red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

Provincia afectada

Huesca

Sevilla, diciembre de 2023

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ÁLVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ÍNDICE

		Nº Páginas
DOCUMENTO 1	MEMORIA	68
DOCUMENTO 2	CÁLCULOS	177
DOCUMENTO 3	PLANOS	75
DOCUMENTO 4	PRESUPUESTO	10
DOCUMENTO 5	ESTUDIO DE SEGURIDAD	50
DOCUMENTO 6	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS	14
DOCUMENTO 7	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	11
DOCUMENTO 8	GESTIÓN DE RESIDUOS	13

Sevilla, diciembre de 2023

El ingeniero técnico industrial

Pablo Álvarez Cruz

Colegiado COGITISE nº12324

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 1
MEMORIA

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN 4

2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA 6

3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN 7

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 8

4.1 TRAMO AÉREO 8

4.2 TRAMO SUBTERRÁNEO 10

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 12

5.1 ALINEACIONES 13

5.2 RELACIÓN DE APOYOS 17

6 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO 19

6.1 CABLE DE POTENCIA 19

6.2 TERMINALES 23

6.2.1 Terminales GIS 23

6.2.2 Terminales Tipo Exterior 28

6.3 PARARRAYOS 31

6.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 31

6.4.1 Conexionado de pantallas a tierra 31

6.4.2 Cajas de puesta a tierra 32

6.5 OBRA CIVIL 32

6.5.1 Instalación tubular hormigonada 32

6.5.2 Arquetas de telecomunicaciones 35

6.5.3 Mandrilado 38

6.5.4 Señalización líneas subterráneas 40

6.6 TENDIDO 43

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6.7 COMUNICACIONES 50

6.8 ENSAYOS 50

7 CRUZAMIENTOS DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 51

7.1 TRAMO AÉREO 51

7.1.1 Normas generales sobre cruzamientos 51

7.1.2 Relación correlativa de cruzamientos 60

7.2 TRAMO SUBTERRÁNEO 62

7.2.1 Normas generales sobre cruzamiento y paralelismos 62

8 ACCESOS 64

8.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS 64

8.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE APOYOS 64

9 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1432/2008 65

9.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN 65

9.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN 65

10 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERIAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA 66

11 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS 68

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir dos líneas aéreas-subterráneas de transporte de energía eléctrica, de simple circuito a 220 kV, L/220kV Foradada – Sesué con un tramo aéreo de 0,433km y un tramo subterráneo de 0,047km y otra L/220kV Foradada – Escalona con un tramo aéreo de 0,553km y un tramo subterráneo de 0,061km, que conectará la subestación Foradada, situada en el término municipal de Foradada del Toscar (provincia de Huesca), con las subestaciones de Sesué y Escalona sitas respectivamente en los términos municipales de Sesué y Escalona (provincia de Huesca), y que formarán parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

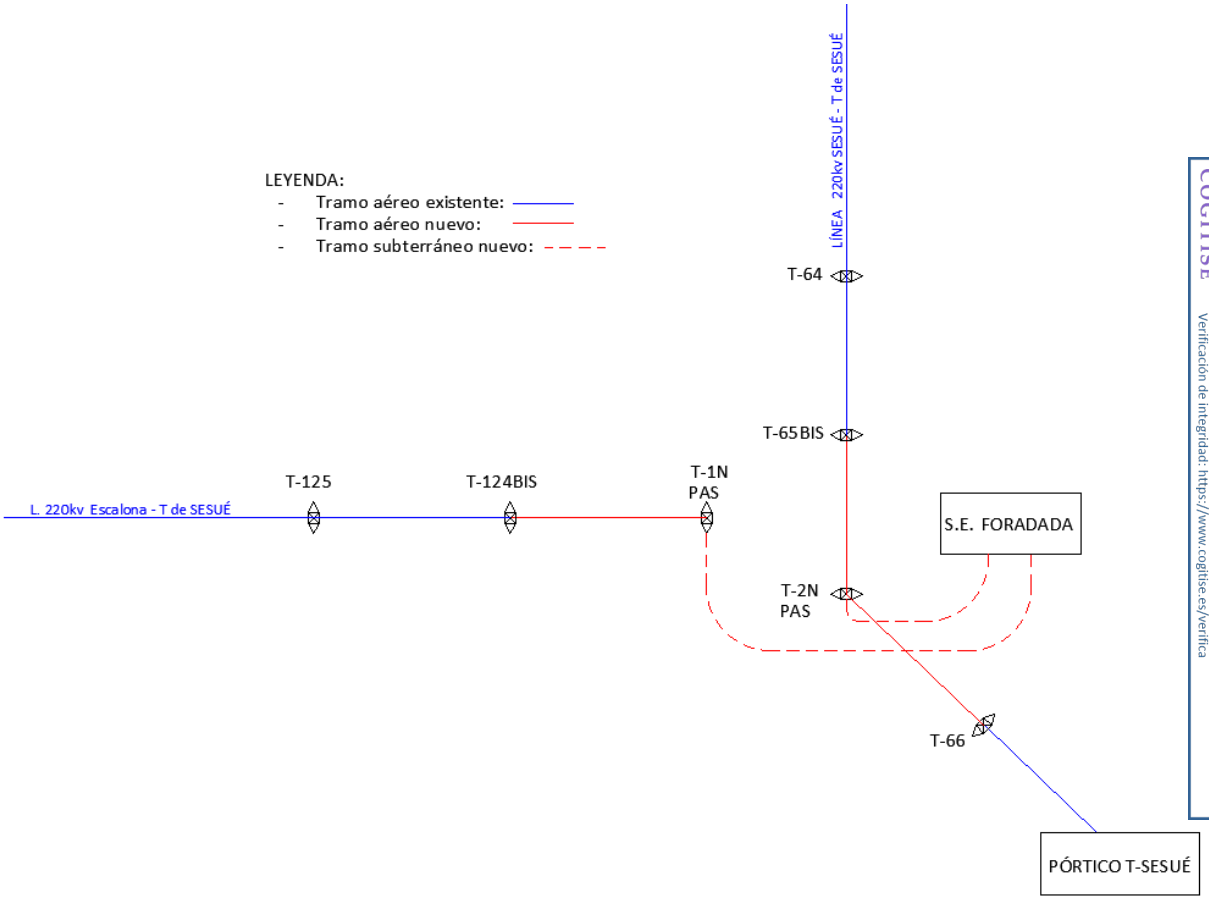
La citada actuación se encuentra recogida en el documento de «Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobada mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha 8 de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022). Dichas instalaciones están incluidas en la citada Planificación con el nombre E/S en Foradada, de Sesué - Escalona 220 kV.

La citada Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico y en su elaboración las Comunidades Autónomas han participado en las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

El presente proyecto se somete a evaluación de impacto ambiental ordinaria. Dicha evaluación ambiental estará sujeta a lo dispuesto en el art. 33 y posteriores de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

diciembre; así como por la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón, de 10/12/2014. El órgano ambiental competente es el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, al tratarse de una instalación de la red secundaria de transporte eléctrico, que transcurre por la Comunidad Autónoma de Aragón. Las líneas eléctricas descritas en el presente proyecto se incluyen en el mismo Estudio de Impacto Ambiental que el resto de las instalaciones proyectadas en el ámbito: SE 220 kV Foradada y Líneas a 220 kV E/S en Foradada de la L/Mediano-Pont de Suert y de la L/Foradada-Pobla.



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

A los efectos previstos en la citada Ley 24/2013, en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes Resoluciones relativas a:

- Autorización administrativa previa.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública. con los efectos del artículo 56 y siguientes de la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector eléctrico.
- Autorización administrativa de construcción.

De igual manera, se hace constar que, a su vez, el presente proyecto siguiendo lo indicado en la Disposición Adicional séptima de la Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa de Aragón (BOA de 23-02-2021), deberá tramitarse expresamente en los correspondientes requerimientos de informes o condicionados a las administraciones con competencia urbanística y de ordenación del territorio, a los efectos de lo establecido en las disposiciones adicionales duodécima, segunda y tercera de la Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE de 24-05-2003)

En el orden técnico, su objeto es el informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo preceptuado en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09 y al Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución líneas eléctricas de alta tensión y al Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio Social del Titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Líneas objeto del presente proyecto tienen como principales características las siguientes:

4.1 TRAMO AÉREO

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

-Sistema.....Corriente alterna trifásica
-Tensión nominal ..... 220 kV
-Tensión más elevada de la red..... 245 kV
-Origen de la línea de alta tensión..... T-65BIS
-Final de la línea de alta tensión..... T-2N
-Nº de circuitos..... 1
-Temperatura máxima de servicio del conductor 85ºC
-Capacidad térmica de transporte por circuito:
.....Verano: 330 MVA/circuito
..... Invierno: 390 MVA/circuito
-Nº de circuitos..... 1
-Nº de conductores por fase..... 1
-Tipo de conductor ..... CONDUCTOR AL/AW GULL
-Nº de cables compuesto tierra-óptico..... 1
-Tipo de cable compuesto tierra-óptico..... OPGW 17kA 48 FO
-Nº de cables de tierra convencional ..... N/A
-Tipo de cable de tierra convencional ..... N/A
-Aislamiento ..... Vidrio
-Apoyos..... Torres metálicas de celosía
-Cimentaciones .....Zapatas individuales
-Puestas a tierra.....Anillos cerrados de acero descarburado.
-Longitud .....0,433 km.
-Provincias afectadas:
•Huesca.....0,433 km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

-Sistema.....Corriente alterna trifásica
-Tensión nominal ..... 220 kV
-Tensión más elevada de la red..... 245 kV
-Origen de la línea de alta tensión..... T-124BIS
-Final de la línea de alta tensión..... T-1N
-Nº de circuitos..... 1
-Temperatura máxima de servicio del conductor 85ºC
-Capacidad térmica de transporte por circuito:
.....Verano: 330 MVA/circuito
..... Invierno: 390 MVA/circuito
-Nº de circuitos..... 1
-Nº de conductores por fase..... 1
-Tipo de conductor ..... CONDUCTOR AL/AW GULL
-Nº de cables compuesto tierra-óptico..... 1
-Tipo de cable compuesto tierra-óptico..... OPGW 17kA 48 FO
-Nº de cables de tierra convencional ..... N/A
-Tipo de cable de tierra convencional ..... N/A
-Aislamiento ..... Vidrio
-Apoyos..... Torres metálicas de celosía
-Cimentaciones .....Zapatas individuales
-Puestas a tierra.....Anillos cerrados de acero descarburado
-Longitud .....0,553 km
-Provincias afectadas:
•Huesca .....0,553 km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.2 TRAMO SUBTERRÁNEO

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

-Factor de carga ..... 100 %

-Capacidad de transporte por circuito ..... 395,19 MVA

-Nº de cables por fase 1

-Tipo de cable ..... CAB 245 RHZ1-RA+2OL(AS)1X2000M+T375AL

-Cortocircuito en la pantalla

- Intensidad de cc a soportar ..... 50 kA
- Duración del cortocircuito ..... 0,5 s
- Temperatura inicial / final en la pantalla .....80 / 250 ºC

-Disposición de los cables ..... Tresbolillo

-Tipo de canalización.....Tubular hormigonada

-Profundidad de zanja .....2320 mm (caso más limitante)

-Conexión de pantallas..... Single Point

-Origen línea subterránea.....Terminal exterior (apoyo T-2N)

-Nº unidades terminales origen 3

-Final línea subterránea .....Terminal GIS (SE Foradada)

-Nº unidades terminales final..... 3

-Empalmes..... N/A

-Nº de empalmes..... 0

-Longitud aproximada de la línea subterránea.....0,047 km

-Provincias afectadas:

•Huesca .....0,047 km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

-Factor de carga ..... 100 %
-Capacidad de transporte por circuito ..... 395,19 MVA
-Nº de cables por fase 1
-Tipo de cable ..... CAB 245 RHZ1-RA+2OL(AS)1X2000M+T375AL
-Cortocircuito en la pantalla
- Intensidad de cc a soportar ..... 50 kA
- Duración del cortocircuito ..... 0,5 s
- Temperatura inicial / final en la pantalla .....80 / 250 ºC

-Disposición de los cables ..... Tresbolillo
-Tipo de canalización..... Tubular hormigonada
-Profundidad de zanja ..... 2320 mm (caso más limitante)
-Conexión de pantallas..... Single Point
-Origen línea subterránea ..... Terminal exterior (apoyo T-1N)
-Nº unidades terminales origen 3
-Final línea subterránea ..... Terminal GIS (SE Foradada)
-Nº unidades terminales final..... 3
-Empalmes ..... N/A
-Nº de empalmes..... 0
-Longitud aproximada de la línea subterránea..... 0,061 km
-Provincias afectadas:

•Huesca ..... 0,061 km

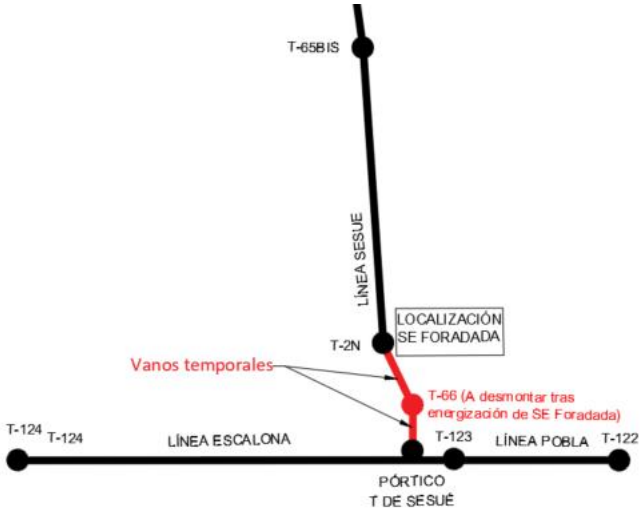
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea discurrirá desde la sala de celdas de la subestación “Foradada” 220 kV, de tecnología GIS, hasta los terminales de exterior del apoyo T-1N en la línea Sesué y T-2N en la línea Escalona, que sen encuentran en la misma parcela de construcción de la subestación.

A continuación, de la conversión aérea-subterránea efectuada en ambas líneas se tenderán sendos vanos aéreos que conectarán estos apoyos con el nuevo apoyo T-124BIS en la línea Escalona y con el T-65BIS en la línea Sesué.

Adicionalmente y con objeto de mantener en servicio las líneas Escalona – T de Sesué y Sesué – T de Sesué durante la construcción de la subestación Foradada, se practicará un bypass de ambas líneas tendiendo sendos vanos flojos temporales entre el apoyo T-2N y el pórtico de la subestación T de Sesué, haciendo uso del apoyo existente T-66, perteneciente en la actualidad a la línea Sesué –T de Sesué. Estos vanos y el apoyo existente que los sustenta procederán a desmontarse en el momento en que entre en servicio la futura subestación Foradada.



En el plano “Perfil longitudinal y Planta” incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto, se indica el trazado de la línea.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.1 ALINEACIONES

Estas líneas aérea-subterránea a 220 kV de simple circuito que se proyectan tiene una longitud de 1,154 km, está formada por 4 alineaciones (de las cuales 2 de ellas son temporales, y se desmontarán en el momento de energización de la SE Foradada) y discurren por la provincia de Huesca.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

A continuación, se detalla la relación de alineaciones y cruzamientos de las líneas proyectadas:

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

Alineación nº	Apoyo inicio	Longitud (m)	Ángulo con alineación anterior (g)	Términos municipales	Provincia	Cruzamientos nº
1	T-64	292,30	0	Foradada del Toscar	Huesca	1-1
2	T-65BIS	433,00	4,71	Foradada del Toscar	Huesca	1-1,2,3,4
3	T-2N	100,70	24,28	Foradada del Toscar	Huesca	
4	T-66	-	28,90	Foradada del Toscar	Huesca	

Tabla 1.1 Relación de alineaciones

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

Alineación nº	Apoyo inicio	Longitud (m)	Ángulo con alineación anterior (g)	Términos municipales	Provincia	Cruzamientos nº
1	T-1N	553,10	0	Foradada del Toscar	Huesca	1-1,2,3
2	T-124BIS	2047,41	21,77	Foradada del Toscar	Huesca	2-1,2,3,4

Tabla 1.2 Relación de alineaciones

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-64	CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	283138	4698342
2-1	2	T-65BIS	CARRETERA	N-260	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	411+500	Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282956	4698003

Tabla 2.1 Relación de cruzamientos

VISADO Nº 7617/2023 - A00
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
19/12/2023
C.S.V. "2443524450"
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-1N	ARROYO	Arroyo innominado	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-1	2	T-124BIS	BARRANCO	Barranco de Fontanals	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-2			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282013	4698307
2-3			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281844	4698415
2-4			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281817	4698432

Tabla 2.1 Relación de cruzamientos

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
19/12/2023
C.S.V. "2443524450"
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.2 RELACIÓN DE APOYOS

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo (º)	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
T-1N	553,1	0	0	936,53	S2B 1CT	A0	32,2
T-124BIS	728,25	553.10	-19,60	936,33	22A26	AD	55,2

Tabla 3.1 Relación de apoyos nuevos

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo (º)	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
T-125	488,98	1.289,35	0	932,17	ESTRUCTURA EXISTENTE		31,35
T-126	324,85	1.770,33	0	967,2	ESTRUCTURA EXISTENTE		23,2
T-127	505,44	2.095,18	0	1002,73	ESTRUCTURA EXISTENTE		30,15
T-128	0	2.600,62	0	949,12	ESTRUCTURA EXISTENTE		24,5

Tabla 3.2 Relación de apoyos línea existente

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo (º)	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
T-2N	432,98	160,78	0	935,56	Tipo MISTRAL-270-27-TH33e PAS		38
T-65BIS	292,28	593,76	0	1067,04	S2A2 1CT	AC	49,5

Tabla 3.3 Relación de apoyos nuevos

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
Pórtico T-Sesué	60,07	0	0	900,11	ESTRUCTURA EXISTENTE		13
T-66	100,71	60,07	0	910,43	ESTRUCTURA EXISTENTE		27,9
T-64	0	886,04	0	1201,48	ESTRUCTURA EXISTENTE		33,42

Tabla 3.4 Relación de apoyos línea existente

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

6.1 CABLE DE POTENCIA

El cable aislado de 127/220 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000 mm^2 + T375AI: Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de cobre con tratamiento especial (oxidado o parcialmente esmaltado), cuerda tipo Milliken 1x2000 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Características eléctricas

Corriente..... Alterna trifásica
Frecuencia..... 50 Hz
Tensión asignada..... 220 kV
Tensión más elevada del material..... 245 kV
Categoría de la red..... A (Según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo..... 1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min) ..... 318 kV
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en conductor..... ≥50 kA

- Duración del cortocircuito 0,5 s
- Temperatura inicial 90 ºC
- Temperatura final 250 ºC

Intensidad máxima admisible de cortocircuito en pantalla..... ≥50 kA

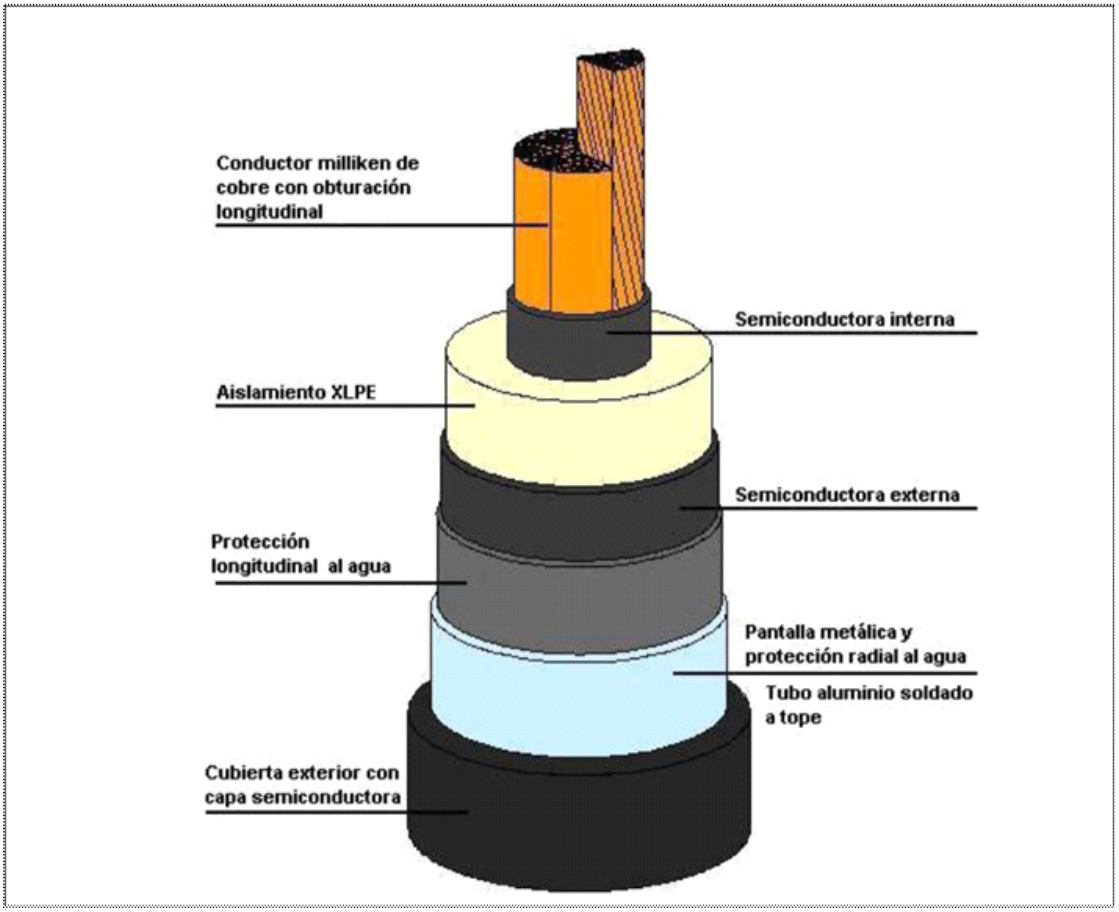
- Duración del cortocircuito 0,5 s
- Temperatura inicial 80 ºC
- Temperatura final 250 ºC

Resistencia en continua a 20 ºC del conductor..... ≤ 9 uΩ/m
Gradiente eléctrica semiconductora interna..... ≤ 9 kV/mm
Gradiente eléctrico semiconductora externa..... ≤ 5 kV/mm
Capacidad nominal..... ≤ 0,27 uF/km

Composición

La composición general de los cables aislados con pantalla constituida por tubo de aluminio para tensión nominal de 220 kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: sección circular de cobre de cuerda segmentada tipo Milliken con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada antes de la pantalla.
- Pantalla y protección radial al agua: Tubo de aluminio soldado a tope y adherido a la cubierta.
- Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta. Características mecánicas DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS) para instalación en galería, sótano GIS y enlaces transformadores.



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Características constructivas

- CONDUCTOR
  - Material..... hilos de cobre oxidados o parcialmente esmaltados
  - Sección.....2000 mm^2
  - Tipo: Cuerda segmentada Milliken 5 ó 6 segmentos clase 2 con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo. No se permite la obturación mediante polvos.
  - Diámetro nominal aprox.....56,6 mm

- SEMICONDUCTORA INTERNA
  - Material..... capa extruida de material semiconductor
  - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 2$ mm
  - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$

- AISLAMIENTO
  - Material..... polietileno reticulado (XLPE) super clean
  - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 21$ mm
  - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$
  - Espesor mínimo absoluto en cualquier punto..... $\geq 0{,}9 \times E_{nom}$
  - Excentricidad..... $\frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max}} \leq 0{,}10$
  - Tg δ..... ≤ 0,0008
  - Temperatura máxima admisible en régimen permanente..... 90 ºC
  - Temperatura máxima admisible en cortocircuito..... 250 ºC

- SEMICONDUCTORA EXTERNA
  - Material..... capa extruida de material semiconductor
  - Espesor nominal..... $E_{nom} \geq 1{,}5$ mm
  - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$

El método de fabricación será por triple extrusión simultánea mediante cabezal triple y reticulación en seco de:

- Semiconductora interna.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- Aislamiento.
- Semiconductora externa.

- PROTECCIÓN LONGITUDINAL AL AGUA

  La pantalla metálica se obturará para evitar la propagación longitudinal del agua. Esta obturación se realizará debajo de la pantalla metálica y su diseño deberá cumplir el ensayo de penetración de agua según norma UNE 211067 y sus materiales deberán ser compatibles con el resto de los materiales que esté en contacto.

- PANTALLA Y PROTECCIÓN RADIAL AL AGUA

  - Material..... Tubo de aluminio soldado a tope
  - Sección mínima ..... 375 mm^2

- CUBIERTA EXTERIOR

  - Material: Cubierta de poliolefina (Z1) de color gris con capa exterior semiconductora de color negro extrusionada conjuntamente con la cubierta.
  - Color cubierta..... gris
  - Color capa exterior semiconductora..... negro
  - Espesor nominal..... ≥ 4,5 mm
  - Espesor medio..... $E_{med} \geq E_{nom}$
  - Espesor mínimo absoluto en cualquier punto..... $\geq 0,85 x E_{nom}$ - 0,1 mm
  - Características mecánicas..... DMZ2
  - Propiedades ante la reacción al fuego.....Clase mínima B2ca-s1b,d2,a1

- CARACTERÍSTICAS CABLE TERMINADO

  - Diámetro exterior nominal aprox..... 122,0 mm
  - Peso aprox..... 27,9 kg/m

- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Radio curvatura mínimo:

  - Durante el tendido
    - ◆ Directamente enterrado o al aire..... 3,7 m
    - ◆ En banco de tubos..... 12,5 m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- En instalación definitiva..... 2,5 m

- Esfuerzo máximo de tiro..... 10.000 kg

6.2 TERMINALES

6.2.1 Terminales GIS

Los terminales tipo GIS de tensión asignada 220 kV serán terminales del tipo seco conforme a la especificación técnica ET183 de RED ELÉCTRICA.

Este tipo de terminal tiene un componente de control de campo eléctrico en contacto con la barrera aislante (aislador) que sirve de separación entre el gas de la celda GIS y el aislamiento del cable. El terminal del cable no requiere ningún fluido aislante en su interior.

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con la norma IEC 62271-209 con objeto de poder establecer una intercambiabilidad entre el terminal del cable y la celda GIS a la que se conecte, así como fijar los límites del suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS.

El diseño del terminal GIS deberá permitir ser suministrado en dos partes o fases:

1. La parte “hembra” o aislador del terminal que deberá ser instalado por el fabricante del cable conjuntamente con un kit de ensayo o tapa que permita realizar los ensayos de la celda GIS sin estar el cable instalado. Este kit o tapa será propiedad del fabricante y, por tanto, lo recuperará una vez finalizados los trabajos.
2. La parte “macho” del terminal. Una vez realizadas las pruebas de la celda GIS el fabricante del cable retirará la tapa o kit de ensayos e instalará el cable en el interior del terminal GIS.

Características eléctricas

Corriente ..... Alterna trifásica

Frecuencia ..... 50 Hz

Tensión asignada ..... 220 kV

Tensión más elevada para el material..... 245 kV

Categoría de la red..... A (según UNE 20435)

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tensión soportada a impulso tipo rayo..... 1050 kV

Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)..... 318 kV

Intensidad mínima admisible en cortocircuito: ..... ≥ 50 kA

- Duración del cortocircuito: ..... 0,5 s
- Temperatura inicial: ..... 90 ºC
- Temperatura final: ..... 250 ºC

Tensión soportada envolvente metálica GIS - pantalla metálica cable

- Tensión alterna en “seco”.....25 kV durante 15 minutos
- Tensión soportada a impulso tipo rayo en “seco”

(10 de cada polaridad)..... 60 kV

- Tensión alterna “bajo lluvia” .....25 kV durante 15 minutos
- Tensión soportada a impulso tipo rayo “bajo lluvia”

(10 de cada polaridad)..... 60 kV

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

Características constructivas

- SUMINISTRO Y DIMENSIONES

El tipo de terminal a suministrar será un terminal “tipo seco” independientemente del tipo de campana de la celda GIS. En los casos en los que las campanas de las celdas GIS sean para terminales “tipo fluido”, dimensiones diferentes que para “tipo seco”, el terminal del cable se suministrará con las piezas adaptadoras necesarias (suministro de estas piezas por parte del suministrador del terminal del cable) para adaptarse a la campana.

Las dimensiones del terminal de cable se ajustarán a las indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 para terminales “tipo seco”.

En los casos en los que la campana de la celda GIS corresponda con la antigua norma IEC 60859, tanto para terminales “tipo seco” (fig. 4) como “tipo fluido” (fig. 2), será el suministrador del terminal del cable el que se adaptará a las dimensiones de la campana bajo lo especificado en la norma IEC 62271-209.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

El límite en el suministro entre el fabricante del terminal del cable y el fabricante de la celda GIS será el indicado en la figura 4 de la norma IEC 62271-209.

Será suministrado por parte del fabricante del cable tanto la parte “hembra” como la parte “macho” del terminal del cable. Además, el suministro incluirá:

- Todas las piezas y pequeño material necesario para la confección del terminal del cable (masillas, cintas, etc…).
- Cable de conexión de la pantalla del cable con la caja de conexión de pantallas.
- Kit de ensayo o tapa que junto con la “hembra” del terminal del cable permita realizar los ensayos del compartimento de la GIS en el que se instalará el terminal del cable.
- En caso de ser necesario, las piezas para adaptar el terminal del cable normalizado “tipo seco” según fig. 5 de la norma IEC 62271-209 a una campana “tipo fluido” o a una campana según normas anteriores.
- Descargadores según norma UNE-EN 60099-4 entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable. Se deberán suministrar 4 descargadores con envolvente polimérica por cada terminal del cable.
- La conexión entre la envolvente metálica de la GIS y el descargador se realizará con pletina de cobre de ancho mínimo 30 mm y la conexión entre el descargador y la pantalla metálica del cable se realizará con trenza de cobre estañado de ancho mínimo 30 mm o cable de cobre redondo de sección mínima 95 mm^2.
- La tensión asignada de estos descargadores dependerá del tipo de conexión de las pantallas metálicas de los cables.
  - Conexión de las pantallas metálicas de los cables rígida o directa a tierra: Tensión asignada 1 kV de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica del cable.
  - Conexión de las pantallas metálicas de los cables a través de descargador en sistema de conexionado “Single-Point”: Tensión asignada de los descargadores entre la envolvente metálica de la GIS y la pantalla metálica

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.com/verifica

del cable igual o superior que la tensión asignada del descargador o LTP de la pantalla metálica del cable en el sistema de conexionado “Single-Point”.

La tapa que se suministra junto con la “hembra” del terminal del cable debe estar diseñada para soportar las condiciones de ensayo de la aparamenta blindada. Los niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas de los equipos están regidos por la norma IEC 62271-203, tabla 2, apartado 4.2.

Cualquier desviación de la norma IEC 62271-209, tanto en las dimensiones de los elementos que componen el terminal como en el alcance del suministro, deberán someterse a aprobación de REE.

- COMPOSICIÓN

El conector del terminal del cable con la celda GIS deberá cumplir con las dimensiones indicadas en la figura 5 de la norma IEC 62271-209 correspondiente a los terminales tipo seco.

El conector del terminal estará embebido en un aislador de resina epoxy. Este aislador servirá de barrera aislante entre el gas SF_6 de la celda GIS y el interior del terminal de cable. El terminal deberá estar diseñado con un sistema de estanqueidad que asegure que no haya contaminación por penetración de gas SF_6 en el interior del terminal.

El terminal del cable deberá estar diseñado para soportar la presión del gas SF_6 de la celda GIS según establece la norma IEC 62271-209 en los apartados 5.6 y 6. Igualmente, cada terminal se ensayará en fábrica según se establece en el apartado 8 de la norma IEC 62271-209.

El interior del terminal no deberá estar relleno de ningún fluido.

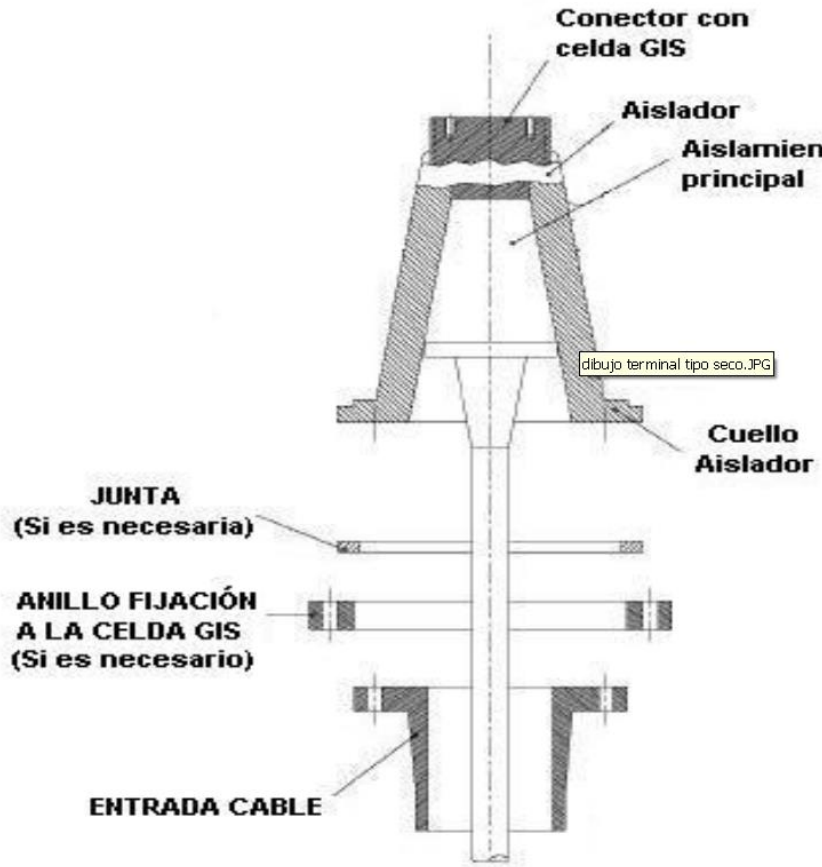
El aislamiento principal del terminal será prefabricado constituido por una única pieza, normalmente en forma de cono. El material será de alta constante dieléctrica y su función es distribuir el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal. La presión contra el cable se mantendrá mediante la memoria elástica de los materiales empleados.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable correspondiente.

Los terminales deberán estar diseñados de forma que permitan la instalación de descargadores entre la pantalla metálica del cable y la puesta a tierra de la subestación con objeto de poder realizar un sistema de conexionado de las pantallas metálicas de los cables tipo “Single-Point”. En este caso el descargador se deberá instalar en el interior de una caja de conexión de pantallas, para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión de las pantallas, y el cable de conexión de pantallas deberá ser aislado.

A continuación, se muestra un croquis con las partes básicas que deberá tener el terminal:



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Pruebas y ensayos

Los terminales tipo GIS deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación

técnica ET183 de RED ELÉCTRICA.

6.2.2 Terminales Tipo Exterior

Las características técnicas de los terminales tipo exterior de tensión asignada 220 kV serán conforme a la especificación técnica ET152 de RED ELÉCTRICA, debiendo ser compatibles con los cables y condiciones de operación de la instalación.

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para la instalación.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Características eléctricas

Corriente ..... Alterna trifásica
Frecuencia nominal ..... 50 Hz
Tensión asignada ..... 220 kV
Tensión más elevada para el material ..... 245 kV
Categoría de la red ..... A (según UNE 20435)
Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min.) ..... 318 kV
Intensidad mínima aadmisible en cortocircuito: ..... ≥ 50 kA

- Duración del cortocircuito: ..... 0,5 s
- Temperatura inicial: ..... 90 ºC
- Temperatura final: ..... 250 ºC

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada por el terminal deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación.

Composición

- CONEXIÓN AÉREA

  El diámetro y material de la borna de conexión deberá estar dimensionada para soportar la corriente de cortocircuito del conductor, así como los esfuerzos termodinámicos tanto en el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

- Tipo de boma de conexión ..... Varilla cilíndrica

- DEFLECTOR DE TENSIÓN

  - Material.....Aluminio

- AISLADOR EXTERIOR

  Deberá proporcionar una adecuada protección contra la corrosión de todos los elementos expuestos en intemperie.

  Material Polimérico

  Refuerzo interno Tubo de fibra de vidrio reforzada epoxy

  Línea de fuga a la tensión más elevada fase-fase:

  - Nivel III (fuerte) según UNE-EN 60071-2 ..... 25mm/kV

- FLUIDO AISLANTE DE RELLENO

  - Material..... Aceite
  - Presión ..... Atmosférica

  No se requiere dispositivos de control de presión.

- AISLAMIENTO PRINCIPAL

  El aislamiento principal del terminal será prefabricado constituido por una única pieza, normalmente en forma de cono. El material será de alta constante dieléctrica y su función es distribuir el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal.

  El aislamiento principal deberá estar ensayado completamente en fábrica.

  - Tipo .....cono premoldeado
  - Material..... EDPM o goma de silicona
  - Temperatura máxima de operación ..... ≥ 90ºC

- BASE SOPORTE Y AISLADORES SOPORTE

  La base soporte se fijará con tornillos a la chapa de sujeción de la terminal exterior instalada en la parte superior del soporte del terminal en el caso de subestaciones tipo intemperie o en la plataforma de los apoyos de paso aéreo-subterráneo.

  - Material base soporte Aluminio
  - Pernos de fijación Acero inoxidable
  - Aisladores soporte Cerámicos

- CONEXIÓN PUESTA A TIERRA

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

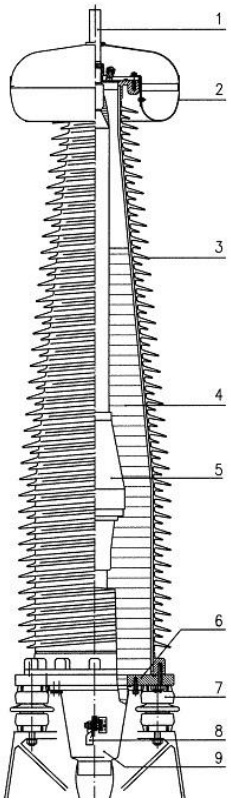
El terminal tipo exterior deberá estar provisto en su parte inferior de una conexión de puesta a tierra que permita unir directamente a tierra o a través de un descargador la pantalla metálica de los cables. En este último caso, el descargador se deberá instalar en el interior de una caja de conexión de pantallas, para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión de las pantallas, y el cable de conexión de pantallas deberá ser aislado.

- BOCA DE ENTRADA

  Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

  Deberá proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje.

A continuación, se muestra un croquis con las partes básicas que deberá tener el terminal:

1. Vástago de conexión aérea 2. Deflector de tensión 3. Aislador exterior 4. Fluido aislante de relleno 5. Aislamiento principal 6. Base soporte 7. Aisladores soporte 8. Conexión Puesta a Tierra 9. Boca de entrada de cable	

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*

Pruebas y ensayos

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos requeridos por la especificación técnica ET152 de RED ELÉCTRICA.

6.3 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares, en caso de terminal exterior.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales de exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10 kA.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

6.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.4.1 Conexionado de pantallas a tierra

El plano L0112L004 “Esquema de conexionado de las pantallas” se encuentra indicado el sistema de puesta a tierra del tramo subterráneo.

La longitud de los tramos se describe en la tabla siguiente:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD TRAZA (m)	LONGITUD CABLE (m)	TIPO P.A.T.
T-1N TERMINAL EXTERIOR	TERMINAL GIS SE FORADADA	CABLE 220 kV - 2000Cu+T375 - terminal P-III (AS)	61 m	98 m	Single Point
T-2N TERMINAL EXTERIOR	TERMINAL GIS SE FORADADA	CABLE 220 kV - 2000Cu+T375 - terminal P-III (AS)	47 m	98 m	Single Point

Tabla 4. Longitud de tramos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.com/verifica

6.4.2 Cajas de puesta a tierra

Son cajas de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares.

En el interior de las cajas, las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de latón, ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra.

Además, se pondrán a tierra todos los soportes metálicos de sujeción de cables o terminales.

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6.5 OBRA CIVIL

6.5.1 Instalación tubular hormigonada

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 800 mm de anchura y 1450 mm de profundidad para el tramo simple circuito y de1800 mm de anchura y 1450 mm de profundidad para el tramo doble circuito.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250.0 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de color rojo de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad según ET140.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada. En las líneas de simple circuito el separador de los tubos se instalará cada metro cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de color

verde doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar 1 tubo rígido corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, en cuyo interior se instalarán 3 monotubos de polietileno de 1 x 40 mm de diámetro exterior. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán 2 tubos rígidos corrugados de color verde de polietileno de doble pared de 160 mm de diámetro exterior según ET140, sujetándose cada tubo en separadores alternos, de tal forma que el separador en su instalación se gira alternativamente quedando el testigo con un tubo en un soporte a la derecha y en el siguiente soporte a la izquierda.

Los monotubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12.5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento una cuerda

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de ø ≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg para tubos destinados a cables de potencia. Los tubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de ø ≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, los tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones se procederá al hormigonado de los mismos hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones. Durante el vertido se emplearán los medios necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma sin bolsas de aire o coqueras, no estando permitido el empleo de vibradores mecánicos salvo autorización expresa de Red Eléctrica. Se deberá prestar especial atención en no verter hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa la masa al caer desde el camión hormigonera.

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Asimismo, se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda o bridas de plástico para este cometido.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de “terreno adecuado” y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P,M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según ET141.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La reposición de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de Red Eléctrica, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y Red Eléctrica indiquen otra cosa. Será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).

Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

Una vez se haya finalizado la ejecución de la zanja tubular hormigonada, se instalarán 3 monotubos 1x40 mm de telecomunicaciones en el interior de cada uno de los 2 tubos de diámetro 160 mm mediante subconductado entre extremos de arquetas dobles de telecomunicaciones.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6.5.2 Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán dobles de 900 m x 1.425 x 1.200 mm.

En los planos de perfil y planta del Documento 3 - Planos se indica el tipo y la ubicación de las arquetas de telecomunicaciones.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de

empalme desde la zanja conjunta de los cables de potencia y de los cables de telecomunicaciones hasta la arqueta doble de telecomunicaciones situada en las proximidades de la cámara de empalme.

La zanja tipo de telecomunicaciones para la conexión de los tubos de telecomunicaciones con las arquetas de telecomunicaciones se realizará según el plano nº LST008 y LST009 incluido en el Documento 3 - Planos.

Las arquetas serán según ET202 de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior y según los planos LST003 del Documento 3 - Planos.

Las arquetas se emplearán como “encofrado perdido” rellenado sus laterales tanto paredes como solera con hormigón de 25 cm de espesor mínimo en las arquetas dobles. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto. Debajo de la arqueta se dispondrá un dado de 500x500x500mm de tamaño de árido 20 mm para facilitar el drenaje.

Las arquetas dispondrán de las correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de Red Eléctrica, según se trate de instalación en calzada (D-400) o acera (B-125), según se indica en la documentación constructiva.

Los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones entrarán en las arquetas en el punto medio de la cara menor y de forma perpendicular a ella, a una altura de 250 mm desde el suelo de la arqueta. El corte del prefabricado para la entrada de los tubos se realizará mediante corona de corte circular. En ningún caso se permitirá romper el prefabricado a golpes o por cualquier otro medio que no sea el anteriormente descrito.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/validez

Las arquetas dobles se instalarán siempre en cada cámara de empalme, al principio y al final de cada perforación dirigida, en la base del apoyo PAS (Paso Aéreo-Subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. Estas arquetas serán las arquetas dobles finales de tramo.

En el resto del trazado, se instalarán arquetas dobles intermedias respetando las distancias indicadas en la siguiente tabla:

Instalación arquetas dobles intermedias telecomunicaciones	
Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme y apoyo transición aéreo-subterráneo	**Nº arquetas doble intermedias**
≤ 500	0
500 < x ≤ 1000	1
1000 < x ≤ 1500	2

Tabla 5. Distancias para instalación de arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Adicionalmente, se podrán instalar arquetas dobles en los puntos singulares del trazado, en el caso de que el proyectista de la instalación lo considerase necesario.

En todas las arquetas dobles intermedias de telecomunicaciones tanto los tubos corrugados de diámetro 160 mm para telecomunicaciones y los 3 monotubos 1x40 mm instalados en su interior quedarán en paso. Únicamente podrán cortarse, tanto los tubos corrugados de diámetro 160 mm como los monotubos, en las arquetas dobles finales de tramo situadas en las cámaras de empalme, en la base del apoyo PAS (paso aéreo-subterráneo) y en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.

Para asegurar que el enlace de telecomunicaciones se ha ejecutado convenientemente, se llevará a cabo entre tramos completos comprendidos entre arquetas dobles finales de tramo, un ensayo de estanqueidad de todos los monotubos. Se hará taponando un extremo del monotubo, ejerciendo por el otro extremo a través de un compresor de aire dotado de manómetro una presión interna de 7 bares durante 15 min.

Se considerará que el ensayo es apto si una vez estabilizada la presión inicial de ensayo, no se producen variaciones de la misma (o lo que es lo mismo, no se producen pérdidas de aire) durante los 15 minutos de monitorización posterior.

6.5.3 Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos (tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y tubos de telecomunicaciones).

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas ≥85% y ≤ 90% del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea ≥85% y ≤ 90% del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº LSMA001 y LSMA004 respectivamente.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)
- A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Después se tirará del cable piloto instalando una cuerda guía de ø ≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg que sirva para el tendido posterior de los cables de potencia y acompañamiento.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

La operación de mandrilado de los tubos de telecomunicaciones se realizará según se describe a continuación:

- El mandrilado se hará mediante impulsión neumática o “soplado” de un calibre con sonda entre arquetas dobles consecutivas.

Una vez realizado el mandrilado no será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos excepto en los tramos de perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de ø ≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación.

6.5.4 Señalización líneas subterráneas

En los tramos de líneas subterráneas que discurren por entornos rurales o periurbanos se instalarán hitos de señalización según especificación técnica de REE ET068.

En la siguiente tabla se indica los tramos en los que se deberán instalar los hitos, pero no se indica la ubicación exacta de cada hito.

LAT aérea-subterránea a 220 kV, simple circuito Foradada – Sesué

P.K. INICIO	P.K. FINAL
T-2N (PAS) - 0+000	0+047

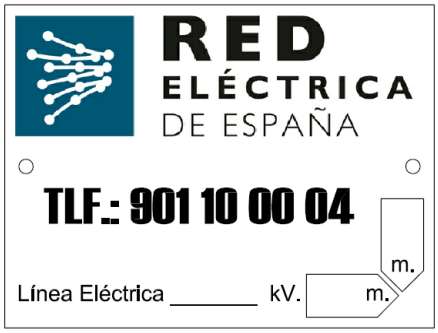
LAT aérea-subterránea a 220 kV, simple circuito Foradada – Escalona

P.K. INICIO	P.K. FINAL
T-1N (PAS) - 0+000	0+061

La ubicación definitiva de los hitos se realizará en la fase de construcción de la línea siguiendo los criterios indicados en la especificación técnica de REE ET068. Esta ubicación podrá ser acordada con el propietario de los terrenos por los que discurre la línea subterránea. En los planos de planta y perfil “As-Built” de la línea se deberá indicar el punto exacto de ubicación del hito; acotándose las distancias mostradas en la placa de señalización posicionada en campo.

El hito de señalización estará compuesto por:

- Hito de hormigón polímero de color rojo con forma de prisma rectangular.
- Anclaje galvanizado en caliente con alambres expansores.



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Adicionalmente, en una de las caras del hito se colocará una placa de identificación con el teléfono de emergencia y el logotipo de Red Eléctrica.

En la placa de identificación de cada hito de señalización se grabará la siguiente información:

- Nivel de tensión, en kV.
- Distancia en horizontal desde el hito hasta el eje de la canalización, en metros con un decimal. En caso de tratarse de un doble circuito, en zanja de doble o simple circuito independientes, la distancia de referencia será el punto medio entre ambos circuitos.
- Profundidad de la arista superior del prisma de hormigón respecto al nivel del terreno, en metros con un decimal.

En la cara del hito opuesta a la ocupada por la placa de identificación se colocará una etiqueta autoadhesiva de fácil colocación y/o sustitución, y resistentes a las condiciones de intemperie, para la identificación de los circuitos mediante la siguiente nomenclatura:

VVVAAA-BBB

Siendo:

V= Nivel de tensión (kV).

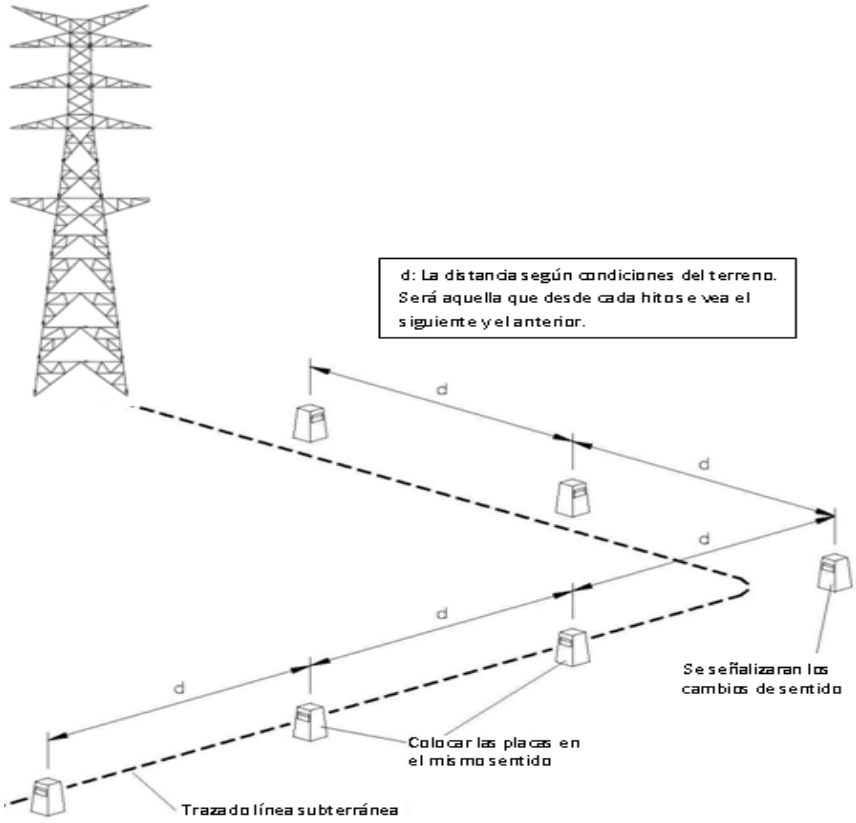
A=Nemónico subestación extremo A.

B= Nemónico subestación extremo B.

A continuación, se indica a modo de ejemplo como sería la etiqueta:

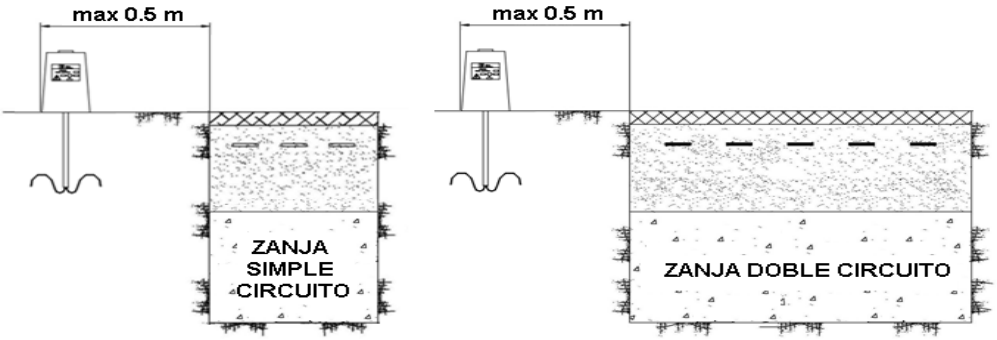
Los hitos de señalización se instalarán a lo largo de la traza de la línea, considerando una distancia máxima relativa de 50 metros entre hitos; siendo indispensable que desde cualquiera de ellos se vea al menos el anterior y el posterior. Se señalizarán también los cambios de sentido del trazado, marcándose el inicio y final de la curva, y el punto medio.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Los hitos se ubicarán fuera de la vertical de la zanja, a un lado de la misma, tanto cuando se trate de instalaciones dispuestas en zanja de simple como de doble circuito. Asimismo, en aquellos casos en los que la canalización discurra por caminos o viales de acceso, el hito nunca deberá invadir los mismos, instalándose en la linde del vial.



6.6 TENDIDO

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación.

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas ≥85% y ≤ 90% del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea ≥85% y ≤ 90% del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Para los tubos de los cables de potencia y de los cables de acompañamiento las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº LSMA001 y LSMA004 respectivamente.

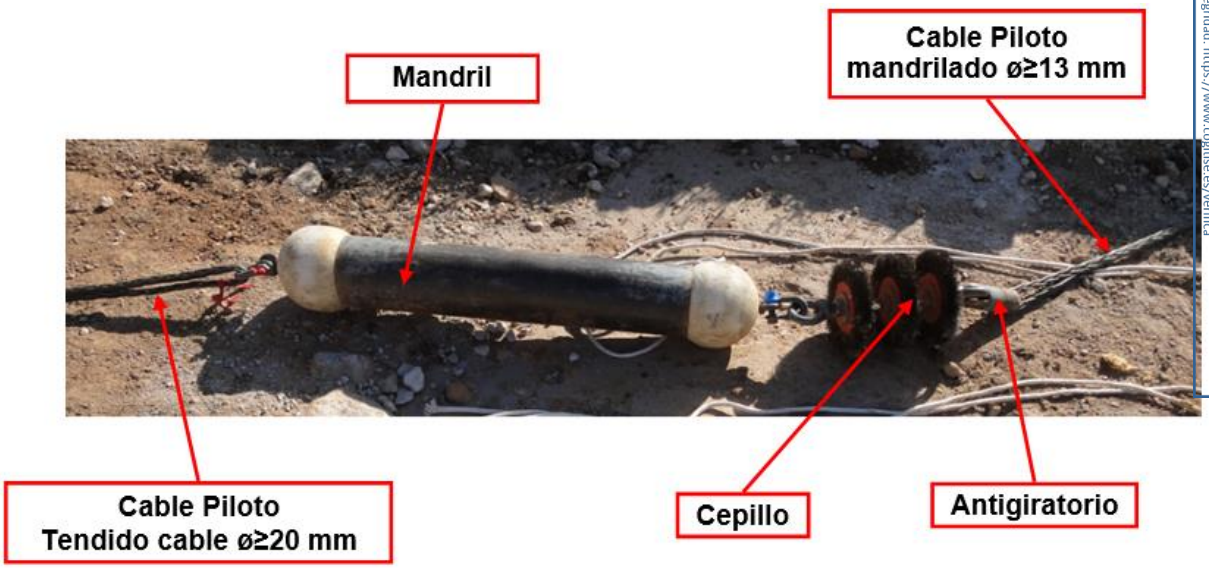
La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.
- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)

- A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Tirando de este último cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm se instalará el cable de potencia en el interior de los tubos.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



El cable piloto para el mandrilado deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm y el cable piloto para el tendido de los cables de potencia deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm y carga de rotura ≥ 24000 kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 3).

El cabezal de tiro debe tener forma de “ogiva” o “bala” con aristas redondeadas. Deberá soportar un esfuerzo de tiro ≥ 12000 kg (esfuerzo máximo de tiro permitido x coeficiente de seguridad 1,5).

El cabezal de tiro se unirá al conductor del cable y no se permitirá un diseño de cabezal que transmita ningún esfuerzo sobre el resto de las capas del cable.

La conexión entre el cabezal de tiro y el cable piloto se realizará a través de un dispositivo antigiro sin ningún otro elemento de conexión (grilletes, etc..).

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10º.

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la bobina se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Los cabrestantes se utilizarán para tirar de los cables por medio de cables pilotos auxiliares y estarán accionados por un motor autónomo que deberá permitir el control de la velocidad de tendido y del esfuerzo de tiro. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de dispositivo de parada automática y registrador digital de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido como mínimo cada 5 metros. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97, marcado CE o la legislación correspondiente en vigor. Antes del inicio de los trabajos, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar. La máquina de tiro y su registrador digital deberá disponer del correspondiente certificado de calibración vigente.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado. Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El cable, al salir de la bobina, se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades y para que el cable no pueda adoptar radios de curvaturas inferiores el mínimo permitido. Deberá disponer de dinamómetro y el sistema de frenado deberá ser adecuado a la bobina a tender. Deberá cumplir con lo estipulado en el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor. El dispositivo de frenado deberá ser reversible y actuar de cabrestante en caso de necesidad

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.
A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.
La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma, alrededor de su eje y en el sentido indicado por el fabricante.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Queda terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

El esfuerzo durante el tendido de los cables deberá ser inferior a 6000 kg de forma continuada permitiendo valores de pico máximos de 8000 kg y/o inferiores a los esfuerzos máximos de tiro especificados en la ficha técnica del fabricante del cable. Se deberá limitar la máquina de tiro al esfuerzo de tiro máximo permitido. La velocidad máxima de tendido será 20 m/min. Será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de las bobinas.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que, debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Para disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se deberá poner grasa neutra en la cubierta exterior del cable, siguiendo las instrucciones del fabricante, antes de introducirlo en el tubo. Estará prohibido el tendido de cables por el interior de tubos sin aplicar grasa neutra.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 ºC, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 ºC no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos en las cámaras de empalme y en los sótanos GIS para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante un procedimiento de impermeabilización aprobado por Red Eléctrica.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, zonas de empalme y terminales, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termo retráctiles.

Cuando dos cables vayan a ser empalmados sus puntas se tenderán hasta el final de la cámara de empalme para conseguir el suficiente solapamiento que permita realizar el empalme con seguridad, ya que al haber sido sometidas las puntas de los cables a un mayor esfuerzo, podrían haberse producido desplazamientos entre las capas que constituyen los cables.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6.7 COMUNICACIONES

Para el sistema de comunicaciones se tenderá 1 cable dieléctrico antirroedor monomodo de 48 fibras ópticas que mantendrá el mismo trazado que el cable de potencia.

Estos cables irán alojados en los tubos de telecomunicaciones de diámetro 40 mm según se indica en el plano J-90G5-L0112LSZ001.

6.8 ENSAYOS

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicado en la norma siguiente:

- IEC 62067: "Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo."

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada según establece la Especificación Técnica de Red Eléctrica de España número ET160 “Ensayos de puesta en servicio de líneas subterráneas”.

1. Ensayo de verificación del orden de fases.
2. Ensayo de medida de la resistencia del conductor
3. Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla
4. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.
5. Ensayo de descargas parciales
6. Ensayo de tensión sobre el aislamiento.
7. Ensayo de medida de la capacidad
8. Ensayo de medida de impedancias
9. Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: http://www.cogitise.es/verifica

7 CRUZAMIENTOS DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

7.1 TRAMO AÉREO

7.1.1 Normas generales sobre cruzamientos

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Tensión más elevada de la red (kV)	D_{el} (metros)	D_{pp} (metros)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Tabla 6. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el}, con un mínimo de 0,2 m.

El valor de D_{el} viene indicado en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red, siendo D_{el} para líneas de 220 kV igual a 1.7 m.

Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula.

$$D_{add} + D_{el} = 5{,}3 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 m.

Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea. Por tanto, la distancia mínima será de 7.0 m para líneas de 220 kV

Distancias a líneas eléctricas aéreas ó líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada. En este caso, la línea proyectada es de tensión superior a la que se cruza.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación:

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de D_{add} que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red (kV)	Dadd (m)
66	2,5
132	3

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/validez

220	3,5
400	4

Tabla 7. Distancias de aislamiento adicional

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 5.5 m para líneas de 220 kV.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior, en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Por tanto, esta distancia mínima será 3.2 m para líneas de 220 kV.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.com/verifi

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los puntos 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar viene dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 7 m.

Para líneas de categoría especial, D_{add} tiene el valor de 7,5 m. y D_{el} se indica en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 9.2 m para líneas de 220 kV.

Para los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su flecha máxima vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 4 m.

D_{el} se indica en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima de 5.2 m para líneas de 220 kV

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Este apartado corresponde al punto 5.11 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima entre los conductores y la superficie del agua, para el máximo nivel que pudiera alcanzar ésta, viene dada por la fórmula:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

siendo G el gálibo. Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea.

Para líneas de 220 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, la distancia mínima según el Reglamento debe ser de 9.9 metros.

Paso por zonas de bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de D_{el} se indican en la tabla 6 en función de la tensión más elevada de la línea.

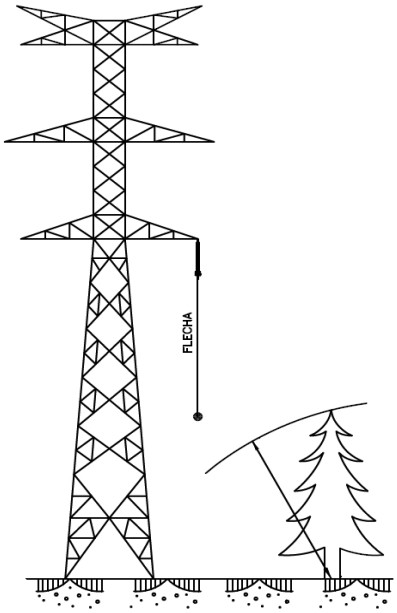
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación, de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 3.2 m para líneas de 220 kV.

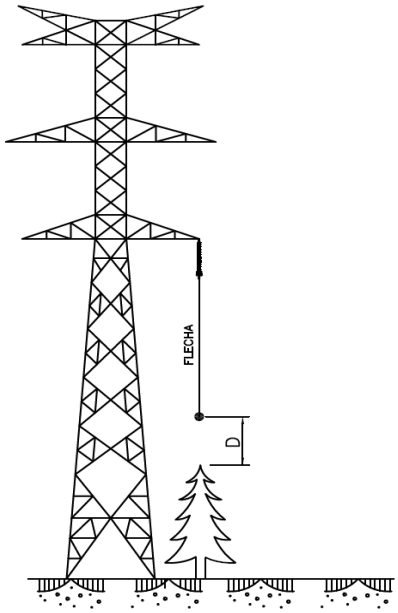
Con el fin de evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, la zona a ocupar no será constante a lo largo de la línea, pues dependerá de la altura del arbolado y su posición con respecto a la línea. Si el terreno está inclinado la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura. La otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de la distancia explosiva con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que la zona de corta de arbolado sería mínima.

Se adjunta en la presente memoria unos planos en los que se muestra lo anteriormente expuesto en este epígrafe.

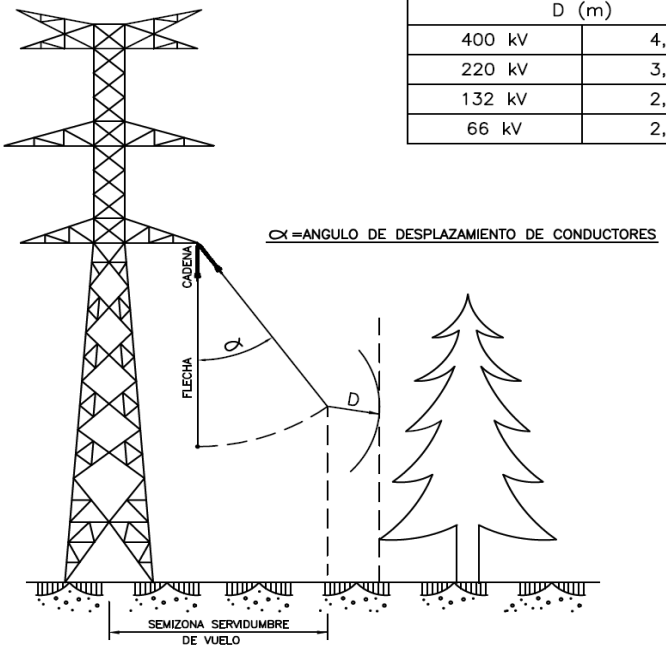
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

SERVIDUMBRE DE VUELO
DISTANCIA EXPLOSIVA



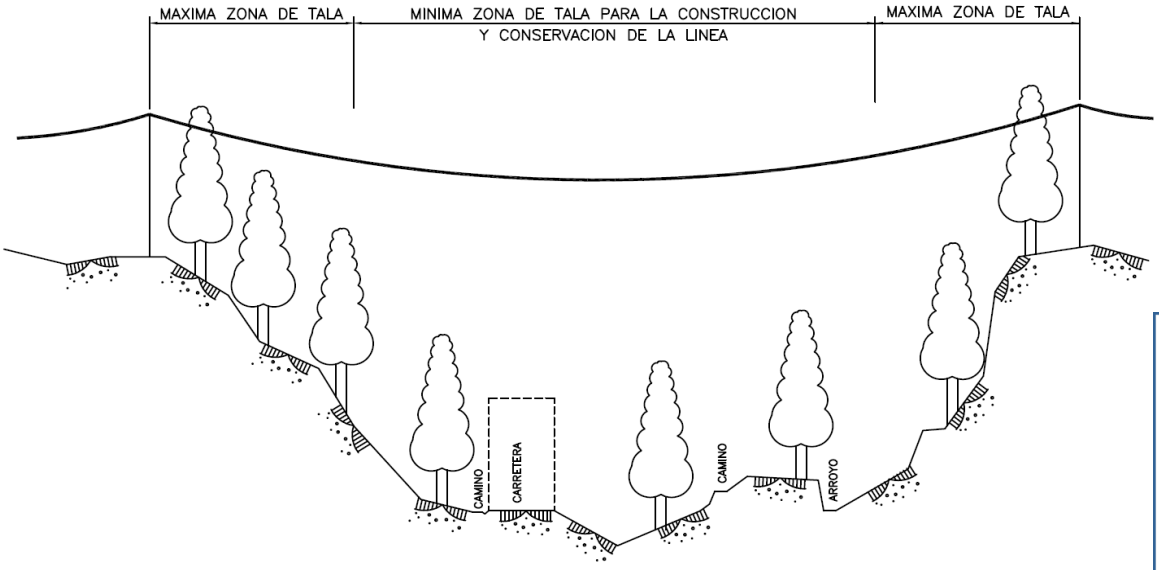


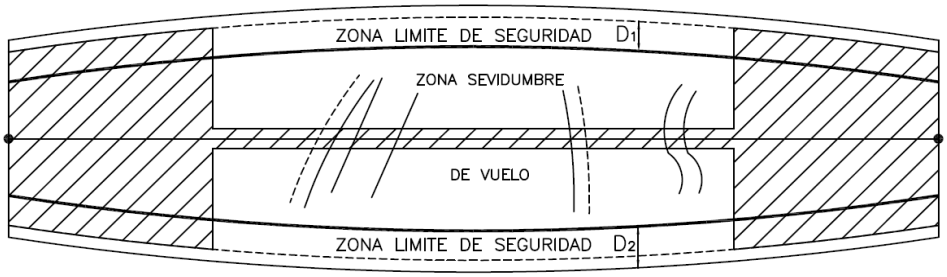
DISTANCIA AL ARBOLADO D (m)	
400 kV	4,30
220 kV	3,20
132 kV	2,70
66 kV	2,20



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

SERVIDUMBRE DE VUELO
ZONAS DE SEGURIDAD





	ARBOLADO D_1 (m)	EDIFICACIONES D_2 (m)
400 kV	4,30	6,10
220 kV	3,20	5,00
132 kV	2,70	5,00
66 kV	2,20	5,00

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Proximidad a parques eólicos

Este apartado corresponde al punto 5.12.4 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, queda prohibida la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

7.1.2 Relación correlativa de cruzamientos

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-1N	ARROYO	Arroyo innominado	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-1	2	T-124BIS	BARRANCO	Barranco de Fontanals	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-2			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282013	4698307
2-3			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281844	4698415
2-4			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281817	4698432

Tabla 8.1 Relación de cruzamientos

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-64	CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	283138	4698342
2-1	2	T-65BIS	CARRETERA	N-260	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	411+500	Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282956	4698003

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

7.2 TRAMO SUBTERRÁNEO

7.2.1 Normas generales sobre cruzamiento y paralelismos

Los cables de energía eléctrica cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible. En casos en los que la profundidad sea excesiva se podrá considerar una configuración de los cables en un plano horizontal, con el fin de garantizar la correcta disipación de calor.

En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios, en los distintos casos particulares:

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Otros cables de energía eléctrica: Líneas de BT y líneas de AT	Cruce	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión
	Paralelismo	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica
Cables de telecomunicación	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones. Distancia del punto de cruce al empalme ≥ 1 m
	Paralelismo	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones
Agua	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce
	Paralelismo	20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce. Distancia mínima ≥ 20 cm en proyección horizontal. Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos ≥ 1 m, La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos
Gas	Cruce	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas a ≥ 1 m
	Paralelismo	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas a ≥ 1 m
Saneamiento de pluviales y fecales	Cruce	Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
	Paralelismo	-

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Calles y carreteras	Cruce	Canalización entubada hormigonada. ≥ 0,8 m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del vial
	Paralelismo	-
Ferrocarriles	Cruce	Canalización entubada hormigonada. ≥ 1,1 m desde la parte superior del tubo a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del ferrocarril
	Paralelismo	-

Tabla 8. Cruzamientos

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.
2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento, así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

8 ACCESOS

8.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre los caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que RED ELÉCTRICA repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aun cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

8.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE APOYOS

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afección al propietario también se minimice.

9 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1432/2008

9.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN

Al tratarse de una línea eléctrica de categoría especial se cumple lo indicado en el artículo 6 del Real Decreto 1432/2008 en lo relativo a medidas antielectrocución. Las distancias entre conductores y elementos no aislados de las torres son superiores a las medidas que se indican en el citado Real Decreto.

9.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN

Dado que los tramos aéreos de las líneas eléctricas proyectadas se encuentran dentro del ámbito definido para la aplicación del Real Decreto 1432/2008, es preceptiva la instalación de dispositivos salvapájaros en los cables de tierra de los nuevos vanos a construir.

Al tratarse de torres con 1 cable de tierra, los salvapájaros se instalarán cada 7 metros.

En el documento 3. Planos, se incluye el plano del modelo de salvapájaros a instalar y de la cadencia de instalación de los mismos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

10 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERIAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN

PROVINCIA DE HUESCA.

- Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA). Gobierno de Aragón
- Confederación Hidrográfica del Ebro
- Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Dirección General del Patrimonio Cultural. Gobierno de Aragón
- Comarca de la Ribagorza. Servicios Técnicos
- Comarca del Sobrarbe. Servicios Técnicos
- Servicio Provincial de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de Huesca
- Servicio Provincial de Economía, Industria y Empleo de Huesca
- Área de Carreteras. Diputación Provincial de Huesca
- Dirección General de Carreteras. Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda. Gobierno de Aragón.
- Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Dirección General del Patrimonio Cultural. Gobierno de Aragón
- Dirección General de Medio Natural y Gestión Forestal.
- Dirección General de Ordenación del Territorio. Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda. Gobierno de Aragón
- Dirección General de Interior y Protección Civil. Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales. Gobierno de Aragón.
- Dirección General de Salud Pública. Departamento de Sanidad. Gobierno de Aragón.
- Consejo Provincial de Urbanismo de Huesca del Gobierno de Aragón
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
- Unidad de Carreteras del Estado en Huesca. Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad de Aragón. Gobierno de España
- AESA

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ASOCIACIONES Y ENTIDADES AMBIENTALES

- Acción Verde Aragonesa
- Asociación Naturalista de Aragón-ANSAR
- Ecologistas en Acción-Ecofontaneros
- Ecologistas en Acción-Otus
- Fundación Ecología y Desarrollo
- Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos
- Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife)

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

11 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN

PROVINCIA DE HUESCA.

- Ayuntamiento de Foradada del Toscar

Sevilla, diciembre de 2023

El ingeniero técnico industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 2
CÁLCULOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 2

CÁLCULOS

Nº de páginas

CAPÍTULO 1: CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES 34
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS 106
CAPÍTULO 3: AISLAMIENTO 3
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE LOS APOYOS 23
CAPÍTULO 5: CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES 9

Sevilla, diciembre de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiada COGITISE nº12324

CAPITULO 1

CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES 2

1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA 9

1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico 9

1.3 VANOS REGULARES. RESUMEN DE SERIES 16

1.4 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES 17

1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA 26

1.5.1 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico 26

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

El conductor a emplear es el CONDUCTOR AL/AW GULL (Aluminio y acero recubierto de aluminio).

Características del CONDUCTOR AL/AW GULL

-Denominación ..... CONDUCTOR AL/AW GULL
-Sección total ..... 381 mm^2
-Sección Al ..... 337,3 mm^2
-Sección Acero recubierto de aluminio ..... 43,7 mm^2
-Diámetro ..... 25,4 mm
-Peso..... 1,199 daN/m
-Carga de rotura..... 10.980 daN
-Módulo de elasticidad ..... 6.048 daN/mm^2
-Coeficiente de dilatación 0,0000202/ºC
-Resistencia unitaria a 20ºC ..... 0,0821 ohm/km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA - SESUÉ**

Vanos temporales entre el apoyo T-66 y Apoyo T-2N

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (5%)

T = 15°C P = Pc = 1,199 daN/m Ti = 549 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W = 68,056 daN/m^2

   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 2,104 daN/m
2. Tracción máxima hielo

   T = -20°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W = 12,5 daN/m^2

   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 3,108 daN/m
4. Flecha máxima temperatura

   T = 85°C P = Pc = 1,199 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W= 50 daN/m^2

   T = 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,747 daN/m
6. Flecha máxima hielo

   T = 0°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
7. Flecha mínima

   T = -20°C P = Pc = 1,199 daN/m
8. Desviación de cadenas W = 25 daN/m^2

   T=-15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,357 daN/m
9. Control de vibraciones

   T= -5°C P = Pc = 1,199 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10980	6728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
100,7	15	1,199	5	549	Zona C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
Tracción máxima hielo	-20	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Tracción máxima hielo + viento	-20	17,82	750	1,814	12,5	61,04	0,763	1,199	3,108
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 1	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	25,4	1,27	1,199	1,747
Flecha máxima hielo	0	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Desviación de cadenas	-15	0	750	0	25,004	25,4	0,635	1,199	1,357
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	2,104	1076	2,48	10,2	511
Tracción máxima hielo	-20	3,013	1509	2,53	7,28	501
Tracción máxima hielo + viento	-20	3,108	1550	2,54	7,08	499
EDS	15	1,199	549	2,77	20	458
Flecha máxima temperatura 2	50	1,199	475	3,2	23,12	396
Flecha máxima temperatura 1	85	1,199	424	3,58	25,9	354
Flecha máxima viento	15	1,747	782	2,83	14,04	448
Flecha máxima hielo	0	3,013	1373	2,78	8	456
Flecha mínima	-20	1,199	669	2,27	16,41	558
Desviación de cadenas	-15	1,357	725	2,37	15,14	534
Control de vibraciones	-5	1,199	609	2,5	18,03	508

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 - ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Vano entre apoyos T-2N y T-65BIS

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (16%)

T = 15°C P = Pc = 1,199 daN/m Ti = 1.714,88 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W = 68,056 daN/m^2

   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 2,104 daN/m
2. Tracción máxima hielo

   T = -20°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W = 12,5 daN/m^2

   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 3,108 daN/m
4. Flecha máxima temperatura

   T = 85°C P = Pc = 1,199 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W= 50 daN/m^2

   T = 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,747 daN/m
6. Flecha máxima hielo

   T = 0°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
7. Flecha mínima

   T = -20°C P = Pc = 1,199 daN/m
8. Desviación de cadenas W = 25 daN/m^2

   T=-15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,357 daN/m
9. Control de vibraciones

   T= -5°C P = Pc = 1,199 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,2	10980	6728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
433	15	1,199	16	1756,8	Zona C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
Tracción máxima hielo	-20	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Tracción máxima hielo + viento	-20	17,82	750	1,814	12,5	61,04	0,763	1,199	3,108
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 1	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	25,4	1,27	1,199	1,747
Flecha máxima hielo	0	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Desviación de cadenas	-15	0	750	0	25,004	25,4	0,635	1,199	1,357
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	2,104	3115	15,83	3,52	1481
Tracción máxima hielo	-20	3,013	4260	16,58	2,58	1414
Tracción máxima hielo + viento	-20	3,108	4370	16,67	2,51	1406
EDS	15	1,199	1757	15,99	6,25	1465
Flecha máxima temperatura 2	50	1,199	1618	17,37	6,79	1349
Flecha máxima temperatura 1	85	1,199	1505	18,67	7,3	1255
Flecha máxima viento	15	1,747	2467	16,6	4,45	1412
Flecha máxima hielo	0	3,013	4087	17,28	2,69	1356
Flecha mínima	-20	1,199	1934	14,53	5,68	1613
Desviación de cadenas	-15	1,357	2128	14,94	5,16	1568
Control de vibraciones	-5	1,199	1853	15,16	5,93	1545

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA - ESCALONA**

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (15,5%)

T = 15°C P = Pc = 1,199 daN/m Ti = 1.701,9 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W = 68,056 daN/m^2

   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 2,104 daN/m
2. Tracción máxima hielo

   T = -20°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W = 12,5 daN/m^2

   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 3,108 daN/m
4. Flecha máxima temperatura

   T = 85°C P = Pc = 1,199 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W= 50 daN/m^2

   T = 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,747 daN/m
6. Flecha máxima hielo

   T = 0°C P = Pc + Ph = 3,013 daN/m
7. Flecha mínima

   T = -20°C P = Pc = 1,199 daN/m
8. Desviación de cadenas W = 25 daN/m^2

   T=-15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,357 daN/m
9. Control de vibraciones

   T= -5°C P = Pc = 1,199 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,2	10980	6728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
553,1	15	1,199	15,5	1701,9	Zona C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
Tracción máxima hielo	-20	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Tracción máxima hielo + viento	-20	17,82	750	1,814	12,5	61,04	0,763	1,199	3,108
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima temperatura 1	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	25,4	1,27	1,199	1,747
Flecha máxima hielo	0	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Desviación de cadenas	-15	0	750	0	25,004	25,4	0,635	1,199	1,357
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	2,104	3009	26,74	3,65	1430
Tracción máxima hielo	-20	3,013	4190	27,5	2,62	1391
Tracción máxima hielo + viento	-20	3,108	4307	27,59	2,55	1386
EDS	15	1,199	1702	26,94	6,45	1420
Flecha máxima temperatura 2	50	1,199	1618	28,34	6,79	1349
Flecha máxima temperatura 1	85	1,199	1545	29,68	7,11	1289
Flecha máxima viento	15	1,747	2426	27,54	4,53	1389
Flecha máxima hielo	0	3,013	4080	28,24	2,69	1354
Flecha mínima	-20	1,199	1800	25,47	6,1	1501
Desviación de cadenas	-15	1,357	2005	25,88	5,48	1478
Control de vibraciones	-5	1,199	1756	26,11	6,25	1465

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico

Se instalarán, 1 cable compuestos tierra-óptico en cada una de las modificaciones de líneas, que tienen las siguientes características:

-Denominación ..... CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D
-Sección total ..... 119 mm^2
-Diámetro ..... 15,3 mm
-Peso ..... 0,68 daN/m
-Carga de rotura ..... 10.000 daN
-Módulo de elasticidad ..... 12.000 daN/mm^2
-Coeficiente de dilatación ..... 0,0000141 /ºC

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA-SESUÉ**

Vanos temporales entre T-66 y Apoyo T-2N

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (5%)

T = 15°C P = Pc = 0,68 daN/m Ti = 500 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W= 81,667 daN/m^2

   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,423 daN/m
2. Tracción máxima hielo

   T = -20°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W= 15 daN/m^2

   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 2,225 daN/m
4. Flecha máxima temperatura

   T = 50°C P = Pc = 0,68 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W = 60 daN/m^2

   T= 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,142 daN/m
6. Flecha máxima hielo

   T = 0°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
7. Flecha mínima

   T = -20°C P = Pc = 0,68 daN/m
8. Control de vibraciones

   T= -5°C P = Pc = 0,68 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
100,7	15	0,68	5	500	C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Tracción máxima hielo	-20	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Tracción máxima hielo+viento	-20	17,96	750	1,408	15	51,22	0,768	0,68	2,225
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha máxima hielo	0	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	1,423	1065	1,69	9,39	748
Tracción máxima hielo	-20	2,088	1411	1,88	7,09	676
Tracción máxima hielo+viento	-20	2,225	1470	1,92	6,8	661
EDS	15	0,68	500	1,72	20	735
Flecha máxima temperatura	50	0,68	402	2,14	24,88	591
Flecha máxima viento	15	1,142	757	1,91	13,21	663
Flecha máxima hielo	0	2,088	1283	2,06	7,79	614
Flecha mínima	-20	0,68	684	1,26	14,62	1006
Control de vibraciones	-5	0,68	589	1,46	16,98	866

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Vano entre apoyos T-2N y T-65BIS

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (13%)

T = 15°C P = Pc = 0,68 daN/m Ti = 1.300 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W= 81,667 daN/m^2
   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,423 daN/m
2. Tracción máxima hielo
   T = -20°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W= 15 daN/m^2
   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 2,225 daN/m
4. Flecha máxima temperatura
   T = 50°C P = Pc = 0,68 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W = 60 daN/m^2
   T= 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,142 daN/m
6. Flecha máxima hielo
   T = 0°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
7. Flecha mínima
   T = -20°C P = Pc = 0,68 daN/m
8. Control de vibraciones
   T= -5°C P = Pc = 0,68 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
433	15	0,68	13	1.300	C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Tracción máxima hielo	-20	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Tracción máxima hielo+viento	-20	17,96	750	1,408	15	51,22	0,768	0,68	2,225
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha máxima hielo	0	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	1,423	2.491	13,39	4,01	1.751
Tracción máxima hielo	-20	2,088	3.332	14,69	3	1.596
Tracción máxima hielo+viento	-20	2,225	3.489	14,95	2,87	1.568
EDS	15	0,68	1.300	12,26	7,69	1.912
Flecha máxima temperatura	50	0,68	1.189	13,4	8,41	1.749
Flecha máxima viento	15	1,142	1.975	13,55	5,06	1.729
Flecha máxima hielo	0	2,088	3.225	15,17	3,1	1.545
Flecha mínima	-20	0,68	1.440	11,07	6,94	2.118
Control de vibraciones	-5	0,68	1.376	11,58	7,27	2.024

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA-ESCALONA**

Vanos entre apoyos T-1N y T-124Bis

ZONA C

Para zonas cuya altitud sea superior a 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (13%)

T = 15°C P = Pc = 0,68 daN/m Ti = 1.300 daN

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) W= 81,667 daN/m^2

   T = - 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,423 daN/m
2. Tracción máxima hielo

   T = -20°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) W= 15 daN/m^2

   T = -20°C P =$\sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2}$= 2,225 daN/m
4. Flecha máxima temperatura

   T = 50°C P = Pc = 0,68 daN/m
5. Flecha máxima viento (120 km/h) W = 60 daN/m^2

   T= 15°C P = $\sqrt{P_c^2 + P_w^2}$= 1,142 daN/m
6. Flecha máxima hielo

   T = 0°C P = Pc + Ph = 2,088 daN/m
7. Flecha mínima

   T = -20°C P = Pc = 0,68 daN/m
8. Control de vibraciones

   T= -5°C P = Pc = 0,68 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso(daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10000	12000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**	**Zona**
553,1	15	0,68	13	1300	Zona C

Hipótesis Finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Tracción máxima hielo	-20	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Tracción máxima hielo + viento	-20	17,96	750	1,408	15	51,22	0,768	0,68	2,225
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura 1	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha máxima viento	0	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088
Flecha máxima hielo	-20	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Desviación de cadenas	-15	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Control de vibraciones	-20	17,96	750	1,408	0	51,22	0	0,68	2,088

Resultados						
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Resultante (daN/m)**	**Tracción (daN)**	**Flecha(m)**	**Coeficiente seguridad**	**Parámetro (m)**
Tracción máxima viento	-15	1,423	2558	21,27	3,91	1798
Tracción máxima hielo	-20	2,088	3501	22,81	2,86	1677
Tracción máxima hielo + viento	-20	2,225	3680	23,12	2,72	1654
EDS	15	0,68	1300	20	7,69	1912
Flecha máxima temperatura	50	0,68	1225	21,23	8,16	1801
Flecha máxima viento	15	1,142	2037	21,44	4,91	1784
Flecha máxima hielo	0	2,088	3417	23,37	2,93	1636
Flecha mínima	-20	0,68	1389	18,72	7,2	2043
Control de vibraciones	-5	0,68	1349	19,28	7,41	1984

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.3 VANOS REGULARES. RESUMEN DE SERIES

A continuación, se da la relación de todas las series y los vanos reguladores de cada una de ellas.

- **L/220kV FORADADA-SESUÉ**

Nº de serie	Torre inicial		Torre final		Longitud serie (m)	Vano regulador (m)
	Nº	Tipo	Nº	Tipo		
Serie1	Pórtico	ESTRUCTURA METALICA LINEAS	T-66	ESTRUCTURA METALICA LINEAS	60,07	60,07
Serie2	T-66	ESTRUCTURA METALICA LINEAS	T-2N	MISTRAL 270-27 TH33e	100,71	100,71
Serie3	T-2N	ESTRUCTURA METALICA LINEAS	T-65BIS	S2A2 1CT	432,98	432,98

- **L/220kV FORADADA-ESCALONA**

Nº de serie	Torre inicial		Torre final		Longitud serie (m)	Vano regulador (m)
	Nº	Tipo	Nº	Tipo		
Serie1	T-1N	S2B 1CT	T-124BIS	22A26	553,1	551,3

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.4 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

- **L/220kV FORADADA-SESUÉ**

A continuación, se da una tabla con los valores de tense y flecha para distintos vanos reguladores y temperaturas.

ZONA C

EDS: 5% (Carga rotura del conductor)
Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-15 ºC
-Sobrecarga viento:	1,729 daN/m
-Resultante:	2,104 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Resultante:	3,013 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 12,5 daN/m^2)

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,763 daN/m
-Resultante:	3,108 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10980	6728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
5	549	40	4392

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	1,199	Fluencia (ªC)	10

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100,7	628	2,42	609	2,5	593	2,56	577	2,63	562	2,7	549	2,77	536	2,84	524	2,9	513	2,96	503	3,02	EDS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ZONA C

EDS : 16% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-15 ºC
-Sobrecarga viento:	1,729 daN/m
-Resultante:	2,104 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Resultante:	3,013 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 12,5 daN/m^2)

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,763 daN/m
-Resultante:	3,108 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10980	6728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
16	1756,8	40	4392

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	1,199	Fluencia (ªC)	10

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
433	1879	14,95	1853	15,16	1827	15,38	1803	15,59	1779	15,8	1757	15,99	1735	16,2	1714	16,39	1693	16,6	1673	16,8	EDS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA-ESCALONA**

ZONA C

EDS : 15,5% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

<u>Hipótesis de cálculo de tracción máxima</u>

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-15 ºC
-Sobrecarga viento:	1,729 daN/m
-Resultante:	2,104 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Resultante:	3,013 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 12,5 daN/m^2)

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,814 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,763 daN/m
-Resultante:	3,108 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del conductor

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10980	6728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
15,5	1701,9	40	4392

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	1,199	Fluencia (ªC)	10

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
553,1	1770	25,9	1756	26,11	1742	26,32	1728	26,53	1715	26,73	1702	26,94	1689	27,15	1676	27,36	1664	27,55	1652	27,75	EDS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.5.1 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico

A continuación, se da una tabla con los valores de tense y flecha para distintos vanos reguladores y temperaturas del cable compuesto tierra-óptico.

Esta tabla se ha calculado partiendo de la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

- **L/220kV FORADADA-SESUÉ**

ZONA C

EDS: 5% (Carga rotura del conductor)
Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

<u>Hipótesis de cálculo de tracción máxima</u>

1. Tracción máxima viento
   - -Temperatura: -15 ºC
   - -Sobrecarga viento: 1,25 daN/m
   - -Resultante: 1,423 daN/m

2. Tracción máxima hielo
   - -Temperatura: -20 ºC
   - -Sobrecarga hielo: 1,408 daN/m
   - -Resultante: 2,088 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 15 daN/m^2)
   - -Temperatura: -20 ºC
   - -Sobrecarga hielo: 1,408 daN/m
   - -Sobrecarga viento: 0,768 daN/m
   - -Resultante: 2,225 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
5	500	40	4.000

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	0,68	Fluencia (ªC)	0

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100,71	564	1,53	540	1,6	519	1,66	500	1,72	482	1,79	466	1,85	451	1,91	438	1,97	425	2,03	413	2,09	EDS

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

ZONA C

EDS : 13% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-15 ºC
-Sobrecarga viento:	1,25 daN/m
-Resultante:	1,423 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,408 daN/m
-Resultante:	2,088 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 15 daN/m^2)

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,408 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,768 daN/m
-Resultante:	2,225 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
13	1.300	40	4.000

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	0,68	Fluencia (ªC)	0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
433	1356	11,75	1336	11,93	1318	12,09	1300	12,26	1283	12,42	1266	12,59	1249	12,76	1234	12,91	1218	13,08	1204	13,24	EDS

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **L/220kV FORADADA-ESCALONA**

ZONA C

EDS : 13% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

<u>Hipótesis de cálculo de tracción máxima</u>

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-15 ºC
-Sobrecarga viento:	1,25 daN/m
-Resultante:	1,423 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,408 daN/m
-Resultante:	2,088 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento (W = 15 daN/m^2)

-Temperatura:	-20 ºC
-Sobrecarga hielo:	1,408 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,768 daN/m
-Resultante:	2,225 daN/m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (daN/m)**	**Carga Rotura (daN)**	**Módulo elasticidad (daN/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CABLE OPGW 17 kA 48FO G652D	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (daN)**	**Tracción (%)**	**Tracción (daN)**
13	1.300	40	4.000

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (daN/m)**	**Resultante (daN/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (daN/m^3)**	**Peso hielo (daN/m)**	**Presión del viento (daN/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (daN/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	0,68	Fluencia (ªC)	0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 ºC		5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		40 ºC		45 ºC		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
553,1	1336	19,46	1324	19,64	1312	19,82	1300	20	1288	20,19	1277	20,36	1266	20,54	1255	20,72	1245	20,89	1235	21,06	EDS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CAPÍTULO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1 INTRODUCCIÓN 2

2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AEREA 4

2.2.1 Capacidad de transporte 4

2.2.2 Parámetros eléctricos 4

2.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA 9

2.3.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente 9

2.3.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito 14

2.3.3 Cálculo de impedancias 16

2.3.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas 17

2.3.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales 17

2.3.5 Anexos 17

2.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 18

2.4.1 Normas generales 18

2.4.2 Clasificación de los apoyos según su ubicación 18

2.4.3 Listado de apoyos 21

2.4.4 Diseño del sistema de puesta a tierra 21

2.4.5 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra 23

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de seguridad: https://www.cogitise.com/verifica

2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a los nuevos tramos de línea aérea-subterráneas de transporte de energía eléctrica simple circuito a 220 kV de alimentación a la subestación Foradada:

- L/220kV Foradada-Sesué
- L/220kV Foradada-Escalona

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Capacidad de Transporte.
- Parámetros de la línea (resistencia, reactancia, susceptancia)
- Caída de tensión.
- Efecto corona.

Las características de la línea aérea-subterránea L/220kV Foradada-Sesué y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Tipo de apoyo predominante: S2A2 1CT
- Longitud de la parte aérea: 0,433 km
- Conductor de fase: CONDUCTOR AL/AW GULL
- Conductores de tierra: OPGW 48 17kA
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 976.25 m
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.m
- Cadenas de aisladores predominante: Anclaje
- Temperatura máxima de trabajo del conductor: 50ºC
- Velocidad del viento perpendicular al conductor: 0,6 m/s

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Las características de la línea aérea-subterránea L/220kV Foradada-Escalona y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Tipo de apoyo predominante: S2A2 1CT
- Longitud de la parte aérea: 0,553 km
- Conductor de fase: CONDUCTOR AL/AW GULL
- Conductores de tierra: OPGW 48 17kA
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 976.25 m
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.m
- Cadenas de aisladores predominante: Anclaje
- Temperatura máxima de trabajo del conductor: 85ºC
- Velocidad del viento perpendicular al conductor: 0,6 m/s

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AEREA

2.2.1 Capacidad de transporte

Se ha calculado la capacidad de transporte de la línea con una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor y considerando el efecto de la radiación solar en las condiciones climáticas de la zona más desfavorables. Se muestran los valores de capacidad de transporte por circuito e intensidad por subconductor.

- L/220kV Foradada-Sesué

Temperatura del conductor de 85 ºC:		
Invierno	**MVAs**	**A**
	390	1137
Verano	**MVAs**	**A**
	330	962,3

- L/220kV Foradada-Escalona

Temperatura del conductor de 85 ºC:		
Invierno	**MVAs**	**A**
	390	1137
Verano	**MVAs**	**A**
	330	962,3

Los valores de temperatura ambiente utilizados para el cálculo corresponden con las series estadísticas históricas de AEMET. Reflejan las temperaturas medias de las máximas por meses. Los valores usados corresponden al periodo 1981-2010.
Con el presente estudio se cumple lo establecido en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.2.2 Parámetros eléctricos

- L/220kV Foradada-Sesué

  IMPEDANCIA Y POTENCIA CARACTERÍSTICA

	Impedancia característica Zc	
	Módulo IZcI	*Valor complejo*
Secuencia directa e inversa	406,08Ω	404,38- j 44,68 Ω

La potencia característica de la línea para la secuencia directa:

$$Sd := \frac{U^2}{Zd}$$

Resultando, Sd = 118,96MVA

RESISTENCIA

La resistencia de la línea por unidad de longitud es:

$$R_{total} = 0{,}0961 \; \Omega/km$$

REACTANCIA

La reactancia de la línea por unidad de longitud es:

$$X_{total} = 0{,}4294 \; \Omega/km$$

SUSCEPTANCIA

La susceptancia de la línea por unidad de longitud es:

$$B_{total} = 2{,}6586 \cdot 10^{-6} \; S/km$$

CAIDA DE TENSIÓN

No se considera el cálculo de la caída de tensión debido a que, al tratarse de una red mallada, la tensión en los extremos de la línea viene determinada por el flujo de cargas del conjunto de la red y no exclusivamente por el flujo a través de la propia línea.

EFECTO CORONA

Se determina a qué tensión el gradiente de potencial en la superficie del conductor es superior a la rigidez dieléctrica del aire. Para ello se empleará la ley empírica establecida por F.W. Peek que tiene la siguiente expresión:

$$Ud := \sqrt{3} \cdot md \cdot mt \cdot \delta \cdot \frac{Ecr}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r}{\beta} \cdot \ln\left(\frac{D}{r}\right)$$

b es igual a 1 si hay un conductor por fase, y tiene la siguiente expresión si hay más de un conductor por fase:

$$\beta := \frac{1 + (n-1) \cdot \frac{r}{Rh}}{n} \qquad Rh := \frac{S}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)}$$

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Siendo:

Ud: tensión crítica disruptiva de línea en valor eficaz.

Md: coeficiente de rugosidad del conductor:

- 1 para hilos de superficie lisa
- 0.93 a 0.98 para hilos oxidados o rugosos
- 0.83 a 0.87 para conductores formados por hilos

mt: coeficiente meteorológico:

- 1 para tiempo seco
- 0.8 para tiempo húmedo

δ:factor de corrección de la densidad de aire (1 a 760 mm de Hg y 25 ºC)

Ecr: rigidez dieléctrica del aire seco a presión de 1 atm (valor de pico) = 30 kV/cm

r: radio del conductor en cm.

D: distancia media geométrica entre fases en cm.

El valor de la tensión crítica disruptiva de la L/ 220kV SC Foradada-Sesué, en valor eficaz es de 176,78 kV, por lo que existen perdidas por efecto corona.

Las pérdidas derivadas de este efecto corona se cuantifican en:

$$P_{corona} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \left(\frac{U_S}{\sqrt{3}} - \frac{U_C}{\sqrt{3}}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{r}{DMG}} \cdot 10^{-5}$$

P_{CORONA}=9,42 kW/km

- <u>L/220kV Foradada-Escalona</u>

<u>IMPEDANCIA Y POTENCIA CARACTERÍSTICA</u>

	Impedancia característica Z_C	
	Módulo IZ_CI	*Valor complejo*
Secuencia directa e inversa	421,3 Ω	418,32- j 50,27 Ω

La potencia característica de la línea para la secuencia directa:

$$Sd := \frac{U^2}{Zd}$$

Resultando, Sd = 114,87MVA

<u>RESISTENCIA</u>

La resistencia de la línea por unidad de longitud es:

$$R_{total} = 0{,}1081 \; \Omega/km$$

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

REACTANCIA

La reactancia de la línea por unidad de longitud es:

$$X_{total} = 0{,}4435 \; \Omega/km$$

SUSCEPTANCIA

La susceptancia de la línea por unidad de longitud es:

$$B_{total} = 2{,}5714 \cdot 10^{-6} \; S/km$$

CAIDA DE TENSIÓN

No se considera el cálculo de la caída de tensión debido a que, al tratarse de una red mallada, la tensión en los extremos de la línea viene determinada por el flujo de cargas del conjunto de la red y no exclusivamente por el flujo a través de la propia línea.

EFECTO CORONA

Se determina a qué tensión el gradiente de potencial en la superficie del conductor es superior a la rigidez dieléctrica del aire. Para ello se empleará la ley empírica establecida por F.W. Peek que tiene la siguiente expresión:

$$Ud := \sqrt{3} \cdot md \cdot mt \cdot \delta \cdot \frac{Ecr}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r}{\beta} \cdot \ln\left(\frac{D}{r}\right)$$

b es igual a 1 si hay un conductor por fase, y tiene la siguiente expresión si hay más de un conductor por fase:

$$\beta := \frac{1 + (n-1) \cdot \frac{r}{Rh}}{n} \qquad Rh := \frac{S}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)}$$

Siendo:

Ud: tensión crítica disruptiva de línea en valor eficaz.

Md: coeficiente de rugosidad del conductor:

- 1 para hilos de superficie lisa
- 0.93 a 0.98 para hilos oxidados o rugosos
- 0.83 a 0.87 para conductores formados por hilos

mt: coeficiente meteorológico:

- 1 para tiempo seco
- 0.8 para tiempo húmedo

δ: factor de corrección de la densidad de aire (1 a 760 mm de Hg y 25 ºC)

Ecr: rigidez dieléctrica del aire seco a presión de 1 atm (valor de pico) = 30 kV/cm

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

r: radio del conductor en cm.

D: distancia media geométrica entre fases en cm.

El valor de la tensión crítica disruptiva de la L/ 220 kV SC Foradada-Escalona, en valor eficaz es de 185,3 kV, por lo que existen pérdidas por efecto corona.

Las pérdidas derivadas de este efecto corona se cuantifican en:

$$P_{corona} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \left(\frac{U_S}{\sqrt{3}} - \frac{U_C}{\sqrt{3}}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{r}{DMG}} \cdot 10^{-5}$$

P_{CORONA}=7,27 kW/km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA

A continuación, se presentan los cálculos eléctricos correspondientes a los tramos subterráneos de las líneas de transporte de energía eléctrica a 220 kV simple circuito Escalona-Foradada y Sesué-Foradada.

2.3.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).

GENERALIDADES

El cálculo de la capacidad de transporte del tramo de canalización a ejecutar de la línea se realizará según la norma UNE 21144 teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Condiciones ambientales**

  Temperatura máxima en medio ambiente (exterior de la canalización): 25ºC
  Temperatura máxima de operación del cable:.....θ=90ºC
  Resistividad térmica del terreno..... 1 K·m/W

- **Características de la red**

  Tensión nominal:.....U=220 kV

  Frecuencia:.....f=50 Hz

- **Características del cable**

  Tipo de cable.....RHZ1-RA+2OL(AS)127/220 kV 1x1200M+T375
  Diámetro del conductor:..... d_c=56,6 mm
  Diámetro del conductor, incluido semiconductor:.....d_c'=60,6 mm
  Diámetro sobre el aislamiento, excluida la pantalla ..... D_i=102,9 mm
  Diámetro exterior de la pantalla.....D_i'=112,2 mm
  Diámetro medio de la pantalla metálica.....d=110,9 mm
  Diámetro exterior del cable.....D_e=122,2 mm
  Espesor de la pantalla metálica..... t_s=1,3mm
  Resistividad eléctrica del conductor a 20ºC..... ρ_{s0}=1,7241x10^{-8} Ω·m
  Resistividad eléctrica de la pantalla metálica a 20ºC..... ρ_{s0}=3x10^{-8} Ω·m
  Coef. de variación de la resistencia con la temperatura..... α_{20}=0,00403 K^{-1}
  Permitividad relativa del aislamiento.....ε=2,5

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de seguridad: https://www.cogitise.es/verifica

Factor de pérdidas en el aislamiento ..... $tg\delta$=0,0001

Resistividad térmica del aislamiento ..... ρ_{t1}=3,5 K·m/W

Resistividad térmica de la cubierta exterior..... ρ_{t3}=3,5 K·m/W

Características de la instalación

Canalización ..... zanja entubada al tresbolillo simple circuito

Profundidad de la canalización ..... 1,80 m

Disposición de los cables en cada circuito.....Triángulo

Conexión de pantallas ..... Single Point

A continuación, se exponen los cálculos realizados para el caso más limitante que será a la llegada de la SE Foradada, donde dicho circuito se junta con otros tres circuitos, formando un cuádruple circuito.

Canalización ..... zanja entubada al tresbolillo cuádruple circuito

Profundidad de la canalización ..... 2,32 m

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).

La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \frac{\sqrt{\Delta\theta - w_d(0{,}5T_1 + T_3 + T_3)}}{RT_1 + R(1+\lambda_1)(T_3 + T_4)}$$

Siendo:

I Corriente de cortocircuito admisible ..... A

$\Delta\theta$ Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente .....ºC

W_d Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud entre conductor y pantalla ..... K.m/W

$T1$ Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla..... K.m/W

$T3$ Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior ..... K.m/W

$T4$ Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y el medio ambiente ..... K.m/W

R Resistencia del conductor en corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio ..... Ω/m

λ_1 Factor de pérdidas en la pantalla metálica

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

La resistencia en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, viene dada según el apartado 2.1 de la UNE 21144-1-1 para tres cables unipolares por:

$$R = R'(1 + y_s + y_p)$$

Donde:

R' es la resistencia en continua a la temperatura de operación:

$$R'=R(1+\alpha_{20}(T-20)) = 0{,}0113\ \Omega/km$$

y_s es el factor de efecto pelicular: $y_s = \frac{x_s^4}{192+0{,}8x_s^4}$ = 0,3104

$$x_s^4 = \frac{8\pi f}{R'}10^{-7}k_s$$

k_s=1 para conductor circular, cableado (tabla 2 de la UNE 21144-1-1)

y_p es el factor efecto proximidad: $y_p = \frac{x_p^2}{192+0{,}8x_p^2}\left(\frac{d_c}{s}\right)^2\left(0{,}312\left(\frac{d_c}{s}\right)^2 + \frac{1{,}18}{\frac{x_p^2}{192+0{,}8x_p^2}+0{,}27}\right)$=0,0081

$$x_s^4 = \frac{8\pi f}{R'}10^{-7}k_p$$

k_p=1 para conductor circular, cableado (tabla 2 de la UNE 21144-1-1)

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$R=0{,}0150\Omega/km$$

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS, W_d

Las pérdidas dieléctricas, según el apartado 2.2 de la UNE 21144-1-1, vienen dadas por:

$$W_d = 2\pi f C\left(\frac{U_o}{\sqrt{3}}\right)^2 tg\delta$$

Donde

C es la capacidad: $C = \frac{\varepsilon}{18\ln\left(\frac{D_i}{d_c'}\right)}10^{-9}$ =249,5 μF/km

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

U_0 es la tensión de línea (220000 V).

Sustituyendo valores obtenemos:

$$W_d=1{,}0117 \text{ W/m}$$

FACTOR DE PÉRDIDAS EN LA PANTALLA METÁLICA, λ_1

El factor de pérdidas en las pantallas será, según el apartado 2.3 de la UNE 21144-1-1:

$$\lambda_1 = \lambda_1' + \lambda_1''$$

Dónde, para tres cables unipolares al tresbolillo con las pantallas en conexión Single Point, y despreciando los efectos pelicular y proximidad en las pantallas:

l_1' es el factor de pérdidas por corrientes de circulación, vale 0

l_1'' por corrientes de Foucault: $\lambda_1'' = \frac{R_S}{R}\left(g_s\lambda_0(1+\Delta_1+\Delta_2)+\frac{(\beta_1 t_s)^4}{12x10^{12}}\right)$=0,0359

R_s es la resistencia de la pantalla a temperatura de servicio:

$$R_s = R_{s0}\left(1+\alpha_{20}(\theta-20)\right)=0{,}0928\ \Omega/\text{km}$$

$$g_s = 1+\left(\frac{t_s}{D_s}\right) \qquad \beta_1 = \sqrt{\frac{4\pi 2\pi f}{10\rho_s}}$$

r_s es la resistividad de la pantalla a temperatura de servicio: $\rho_s = \rho_0(1+\alpha_{20}(\theta-20))$

$$\lambda_0 = 3\left(\frac{m^2}{1+m^2}\right)\left(\frac{d}{2s}\right)^2 \qquad \Delta_1 = (1{,}14m^{2{,}45}+0{,}33)\left(\frac{d}{2s}\right)^{(0{,}92m+1{,}66)}$$

$$\Delta_2 = 0 \qquad m = \frac{2\pi f}{R_s}10^{-7}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$\lambda_1=0$$

CÁLCULOS DE LAS RESISTENCIAS TÉRMICAS

Entre conductor y pantalla:

La resistencia térmica entre el conductor y la pantalla metálica para cables unipolares según el apartado 2.1.1.1 de la UNE 21144-2-1 viene dada por:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2\pi}\ln\left(\frac{D_i'}{d_c}\right) = 0{,}3718\ \text{K}\cdot\text{m/W}$$

De la cubierta exterior

La resistencia térmica de la cubierta exterior según el apartado 2.1.3 de la UNE 21144-2-1 viene dada por:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln\left(\frac{D_e}{D_s}\right) = 0{,}0389 \text{ K} \cdot \text{m/W}$$

Resistencia térmica externa

La resistencia térmica externa de un cable colocado en un conducto hormigonado comprende cuatro partes:

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4 + T^*_4$$

Donde:

T'_4 es la resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto.

T''_4 es la resistencia térmica del material que constituye el conducto.

T'''_4 es la resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente, considerando este embebido en un medio homogéneo.

T^*_4 es una corrección a la resistencia térmica que tiene en cuenta la diferencia entre las resistividades térmicas del hormigón y el suelo

Sustituyendo valores tenemos:

$$T_4 = 2{,}3966 \text{ K.m/W}$$

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Sustituyendo en la expresión de la intensidad máxima admisible los valores obtenidos en los apartados anteriores tenemos una intensidad máxima admisible por conductor de:

$$I_{adm} = 1.037{,}11 \text{ A}$$

Y por tanto una capacidad de transporte por circuito de:

S = 395,19 MVA (para una profundidad de 2,32m)

Esta capacidad proviene del estudio analítico del caso más limitante por el cuádruple circuito a la entrada de la SE Foradada (se anexarán los cálculos justificativos del LCOE al final del documento).

PÉRDIDAS.

Las pérdidas totales por circuito serán:

$$P_t = 3(W_d + P)$$

Donde:

W_d son las pérdidas dieléctricas con un valor, calculado más arriba de 0,917 W/m.

P son las pérdidas óhmicas: $P = P_{cond} + P_{pant}$

P_{cond} son las pérdidas óhmicas en el conductor: $P_{cond} = I^2R$

P_{pant} son las pérdidas óhmicas en la pantalla: $P_{pant} = \lambda_1 I^2 R$

Como intensidad de corriente tomamos los 1037,11 A de intensidad máxima admisible, obteniéndose unas pérdidas totales de:

Pt=52,57 W/m

Resultando para longitud de cable de ambos tramos, que es coincidente de 98 m unas pérdidas de 5,44 kW

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.3.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 ln(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta})$$

Siendo:

I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible ..... A

t Duración del cortocircuito..... s

K Constante de la naturaleza del metal del conductor..... $A s^{1/2} / mm^2$

θ_f Temperatura final ..... ºC

θ_i Temperatura inicial ..... ºC

β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0ºC ..... K

Resultados		
Sección		**2000**
Material		Cu
t	s	0,5
θ_f	ºC	250
θ_i	ºC	90
β	K	234,5
K	$A\,s^{1/2}\,mm^2$	225,67
I_{ad}	kA	**404,11**

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla metálica constituida por tubo de aluminio se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 ln(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta})$$

Siendo:

I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible ..... A

t Duración del cortocircuito..... s

K Constante de la naturaleza del metal del conductor..... $A\,s^{1/2}/mm^2$

θ_f Temperatura final ..... ºC

θ_i Temperatura inicial ..... ºC

β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0ºC..... K

Resultados		
S	mm^2	375
Material		Al
t	s	0,5
θ_f	ºC	250
θ_i	ºC	80
β	K	228
K	$As^{1/2}mm^2$	148,1
I_{ad}	**kA**	**52,07**

La intensidad máxima admisible de cortocircuito de la pantalla metálica es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2026 (H2026).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.3.3 Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado teniendo en cuenta que el tipo de cable y las configuraciones de conexión de pantallas presentes en la línea

Circuito	Tipo de cable	Tipo de conexión de pantallas
1- Escalona-Foradada	RHZ1-RA+2OL(AS)127/220 kV 1x1200M+T375	Single Point con cable de acompañamiento.
2- Sesué-Foradada	RHZ1-RA+2OL(AS)127/220 kV 1x1200M+T375	Single Point con cable de acompañamiento.

Se muestran a continuación los valores de impedancia de secuencia directa (Z1), inversa (Z2) y homopolar (Z0) y admitancia de secuencia directa (Y1), inversa (Y2) y homopolar (Y0).

Circuito	Impedancias componentes simétricas [Ω/km]		
	Z0	**Z1**	**Z2**
1	7.4586 +20.0720j	2.2434 + 8.8619j	2.2434 + 8.8619j
2	5.8709 +20.4840j	2.0680 + 8.3610j	2.0680 + 8.3610j

2.3.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas

El dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) se realiza conforme al documento "Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas) Ref. REE/NORM/2017/35 Ed.1.

2.3.4.1 Cálculo de las sobretensiones temporales

El cálculo de las sobretensiones temporales inducidas en las pantallas metálicas de los cables se ha realizado mediante una herramienta informática, desarrollada conjuntamente entre Red Eléctrica y LCOE, específica para realizar dicho cálculo.

2.3.5 Anexos

Al final de este capitulo se añaden los siguientes documentos justificativos de los cálculos comentados anteriormente:

- Subestación Foradada 220 kV. Estudio de la capacidad de transporte de las líneas de simple circuito y 220 kV:
    - FORADADA – ESCALONA
    - FORADADA – SESUÉ
    - FORADADA – LA POBLA
    - FORADADA – MEDIANO
    - FORADADA – PONT DE SUERT
- Estudio de sobretensiones temporales en las pantallas de los cables, debidas a cortocircuitos en la línea de simple circuito de 220 kV:
    - FORADADA – ESCALONA
- Estudio de sobretensiones temporales en las pantallas de los cables, debidas a cortocircuitos en la línea de simple circuito de 220 kV:
    - FORADADA – SESUÉ

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

2.4.1 Normas generales

REE realizará el sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el "REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN" aprobado mediante Real Decreto RD 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 "Líneas aéreas con conductores desnudos".

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados por REE en todas sus líneas, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad https://www.cogitise.es/verifica

2.4.2 Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

a) **<u>Apoyos Frecuentados (F/FSC)</u>:** son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Se considerarán apoyos frecuentados todos aquellos apoyos situados en suelos clasificados como urbanos o urbanizables programados en los Planes de Ordenación del Territorio.

Se considera también como frecuentado cualquier apoyo que sea accesible por encontrarse cualquier parte del apoyo a menos de 25 metros de aparcamientos, aceras, áreas de festejos populares, romerías, ermitas y áreas de recreo a las

que ocasionalmente puedan acudir numerosas personas ajenas a la instalación eléctrica, o a menos de 5 metros de las áreas siguientes:

- Construcciones en fincas rústicas en las que cualquier persona pueda permanecer un tiempo prolongado.
- Caminos vecinales situados hasta 500 metros del límite de zona urbana registrados en catastro como tales y con superficie manipulada artificialmente (hormigonado, enlosado, asfaltado, etc.).

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 metros, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 metros, debido a agentes externos (orografía, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 metros, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el "REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN" en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT13 "Instalaciones de puesta a tierra" aprobado mediante Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo de 2014.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

a.1) **Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1}, y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2}. Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1.000 Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1{,}5 \cdot \rho_s$$

Siendo ρ_S la resistividad superficial del terreno.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

a.2) **Apoyos frecuentados sin calzado (FSC):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2}. La resistencia adicional del calzado, R_{a1}, será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1{,}5 \cdot \rho_s$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en su apartado 2.4.2 de la ITC-LAT 07 todos los apoyos frecuentados deberán disponer de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 metros. Por ello, en todos los apoyos frecuentados del presente proyecto se instalarán dispositivos antiescalos conforme a especificación técnica de REE ET104 “Suministro de dispositivos antiescalo para apoyos de líneas eléctricas” siempre y cuando dicho apoyo no disponga de un vallado exterior alrededor del apoyo.

b) **Apoyos No Frecuentados (NF):** son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Se considerarán no frecuentados los apoyos que no se puedan incluir como frecuentados según lo indicado anteriormente. En estos casos, si se garantiza la desconexión inmediata de la línea en caso de falta a tierra, no es necesario el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto.

Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, explotaciones agrícolas o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación e integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.4.3 Listado de apoyos

A continuación, se indica la clasificación según su ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Clasificación Apoyo	Requerimiento de vallado
T-1N	S2B 1CT	NF	SÍ
T-124BIS	22A26	NF	NO
T-2N	MISTRAL-270-27-TH33e	NF	SÍ
T-65BIS	S2A2 1CT	NF	NO
Nota: NF: No Frecuentada			
F: Frecuentada con calzado			
FSC: Frecuentada sin calzado			

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.4.4 Diseño del sistema de puesta a tierra

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión
- Resistencia desde un punto de vista térmico
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación, se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para los tipos de apoyo objeto de este proyecto:

A continuación, se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para los tipos de apoyo objeto de este proyecto:

- **APOYOS NO FRECUENTADOS CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS**

Para los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas, se realizará para cada pata una puesta a tierra según el plano del sistema de PaT (PAT013).

Adicionalmente se realizará una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a una distancia de los pilares de la cimentación de un metro, según el plano del sistema de PaT. (PAT014). En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

El anillo de puesta a tierra estará constituido por varillas de acero descarburado de sección ≥ 100 mm^2 (12 mm de diámetro) según apartado 3.4 ITC-RAT13, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros.

Adicionalmente, si el apoyo no frecuentado es un apoyo de paso aéreo-subterráneo, alrededor del primer anillo se ejecutará un segundo anillo a una distancia de 1 metro respecto del primero, según el plano del sistema de PaT (PAT009).

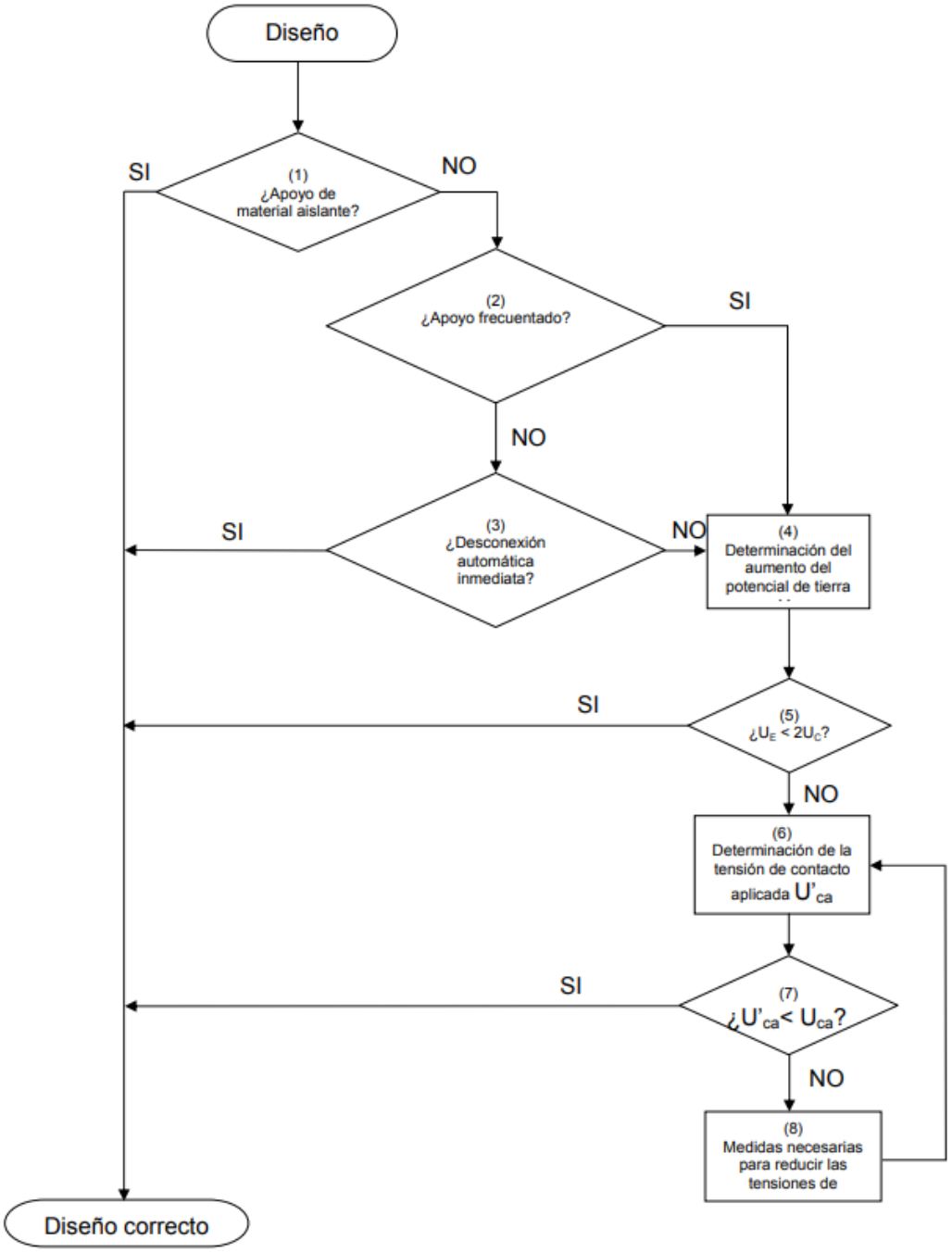
Si por cualquier motivo existiese el requerimiento de disponer de un vallado en algún apoyo, dicho vallado deberá ser aislante según el plano (PAT008). En este caso, el sistema de puesta a tierra no dispondría de acera equipotencial y estaría constituido por una puesta a tierra en cada pata según el plano del sistema de PaT (PAT013) y un único anillo situado alrededor del apoyo a una distancia de los pilares de la cimentación de un metro, según el plano del sistema de PaT (PAT014), más un vallado aislante según la disposición del plano nº (PAT008).

En el documento plano del presente proyecto se adjuntan los planos conforme a los cuales se ejecutará la puesta a tierra de cada pata y el anillo de puesta a tierra.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.4.5 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra

La verificación del diseño del sistema de puesta a tierra se realizará según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07:



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

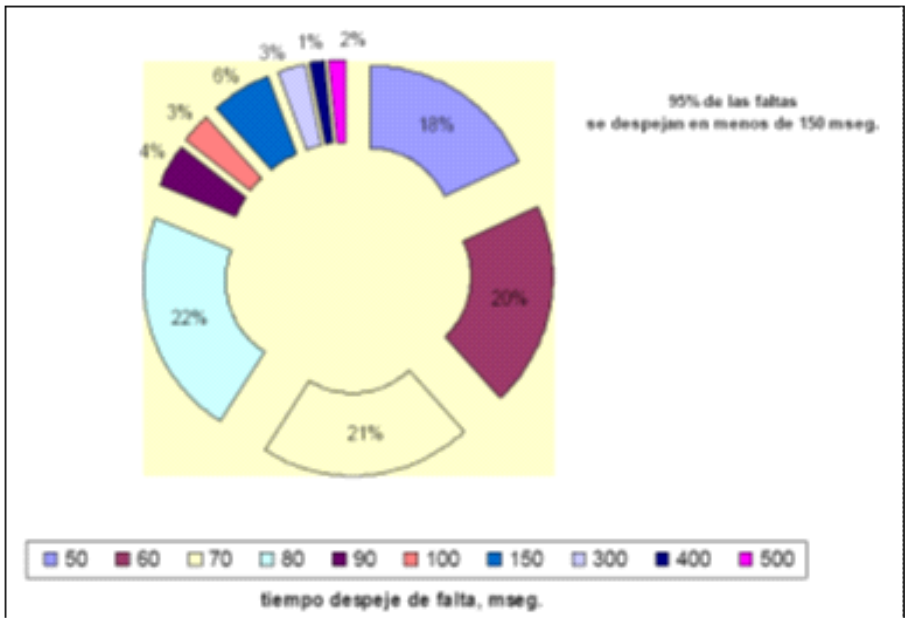
Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca}, según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas

de alta tensión en el apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT 07 a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies desnudos, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

En las líneas de categoría especial, el tiempo máximo de despeje de falta a tierra garantizado por los sistemas de protección es de 500 ms. Concretamente, en los últimos años el 95% de las faltas registradas tuvieron una duración menor o igual a 150 ms. El gráfico porcentual resultante es:



De acuerdo con esto, para 0,5 s se considerará para las líneas de categoría especial una tensión de contacto aplicada admisible de U_{ca} = 204 V.

A efectos prácticos del proyecto, la verificación del sistema de puesta a tierra se realizará de la siguiente forma:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- **Apoyos NO FRECUENTADOS (NF):**

  El tiempo de desconexión automática en las líneas de categoría especial es inferior a 1s por lo que según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles.

  En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra deberá ser lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

  En todos los apoyos de la línea, una vez implementado su sistema de puesta a tierra, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

  Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de la línea.

- **Apoyos FRECUENTADOS (F):**

  Del mismo modo que en los apoyos no frecuentados, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra en todos los apoyos. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

  Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de la línea.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, el diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, U_e, es menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto U_c, considerando, en cada caso concreto, las resistencias adicionales que intervengan en el circuito de contacto. Si no fuese así se deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto aplicada, U'_{ca}, que se calcula, a un metro de distancia de la estructura, para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que se considere y de la resistividad del terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles U_{ca} = 204 V.

En el caso de que no fuese posible cumplir las condiciones anteriores, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 establece que será necesario tomar medidas adicionales para reducir la tensión de contacto aplicada hasta que los requisitos sean cumplidos. Dado que las corrientes de puesta a tierra esperadas en las líneas de Categoría especial son elevadas REE ha normalizado para los apoyos frecuentados un sistema de puesta a tierra constituido por dos anillos y una acera equipotencial en las zonas accesible a los apoyos.

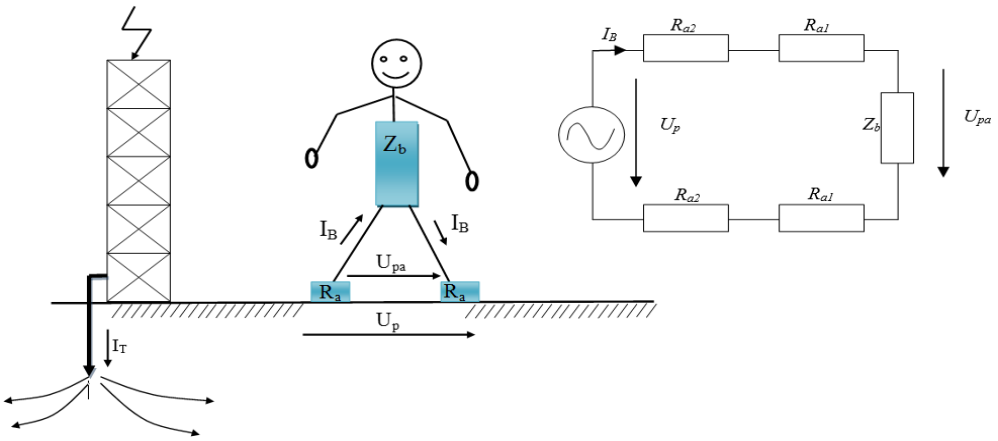
En los apoyos frecuentados (F), una vez implementado su sistema de puesta a tierra, se medirán los valores de tensión de paso y contacto inyectando una corriente en el sistema de puesta a tierra del apoyo y extrapolando para la corriente máxima que pueda haber en el apoyo en caso de defecto a tierra.

En el caso de que dichas medidas en los apoyos frecuentados (F) no cumpliesen con los requerimientos de tensiones de paso y contacto establecidos por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 se estudiarán medidas adicionales para cumplir con dichos requerimientos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/validez

Justificación teórica validez puesta a tierra para un caso genérico.

Para calcular la tensión de contacto de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:



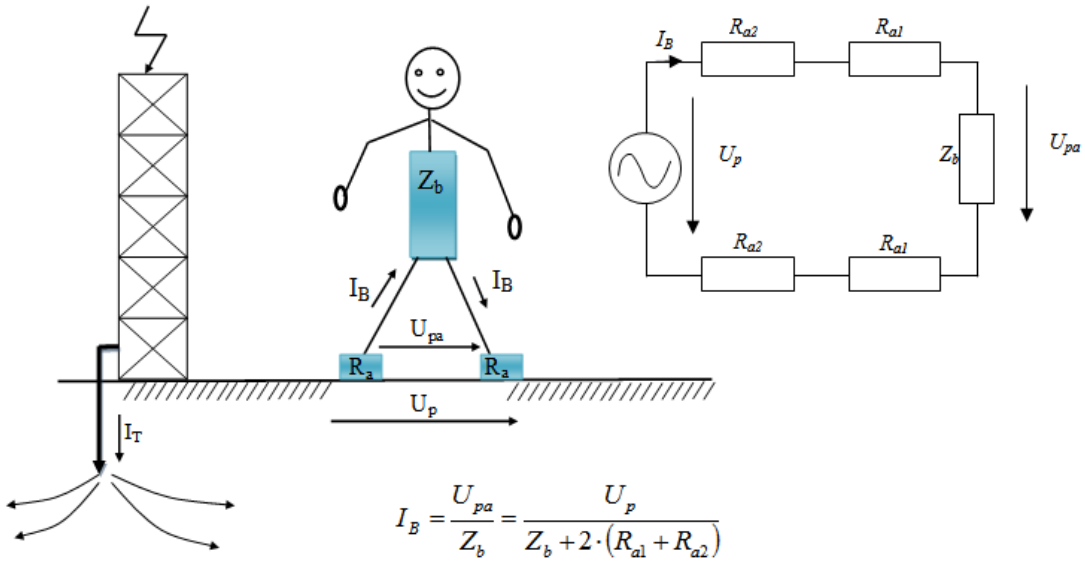
$$I_B = \frac{U_{ca}}{Z_b} = \frac{U_c}{Z_b + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}$$

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}{\cdot Z_b} \right] = 204 \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1{,}5 \times \rho_S}{1000} \right]$$

Donde U_c es la tensión de contacto máxima admisible en la instalación, U_{ca} es la tensión de contacto aplicada admisible del cuerpo humano, Z_b es la resistencia de cuerpo humano (1000 Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000 Ω) y R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto de un pie con el terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_S).

Del mismo modo, para calcular la tensión de paso de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



$$I_B = \frac{U_{pa}}{Z_b} = \frac{U_p}{Z_b + 2\cdot(R_{a1} + R_{a2})}$$

$$U_p = U_{pa}\cdot\left[1 + \frac{2\cdot R_{a1} + 2\cdot R_{a2}}{Z_b}\right] = 2040\cdot\left[1 + \frac{4000 + 6\cdot\rho_S}{1000}\right]$$

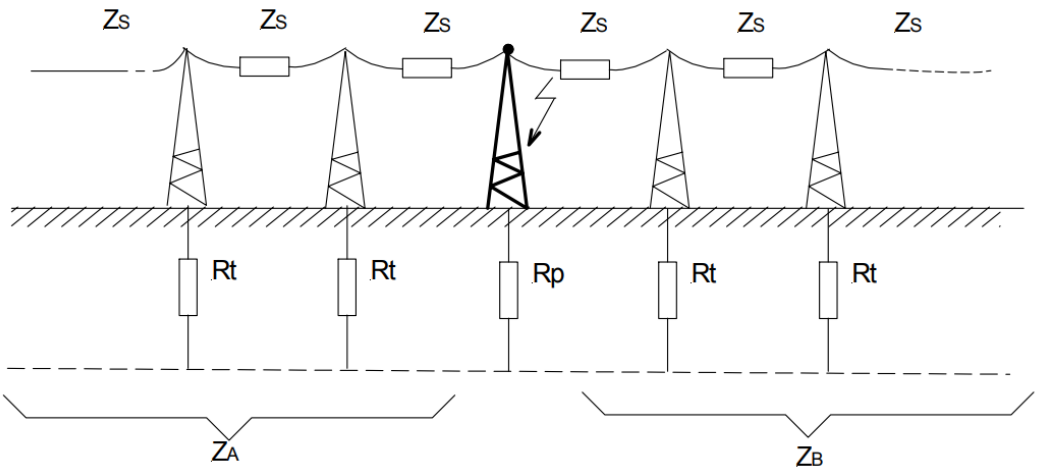
Donde U_p es la tensión de paso máxima admisible en la instalación, U_{pa} es la tensión de paso aplicada admisible del cuerpo humano (U_{pa}=10.U_{ca}), Z_b es la resistencia del cuerpo humano (1000 Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000 Ω) y R_{a2} es la resistencia de contacto pies-terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_S).

Para calcular las tensiones de paso y contacto es necesario calcular la corriente de cortocircuito que se inyecta en la puesta a tierra del apoyo y que depende de:

- Intensidad de cortocircuito de la línea en el apoyo en estudio.
- Impedancia de puesta a tierra del apoyo en cuestión y de los apoyos (o subestación) colindantes, lo cual a su vez depende de la puesta a tierra de los apoyos (o subestación) y la resistividad del terreno.
- Impedancia de los cables de tierra de la línea (hacia un lado y otro del apoyo).

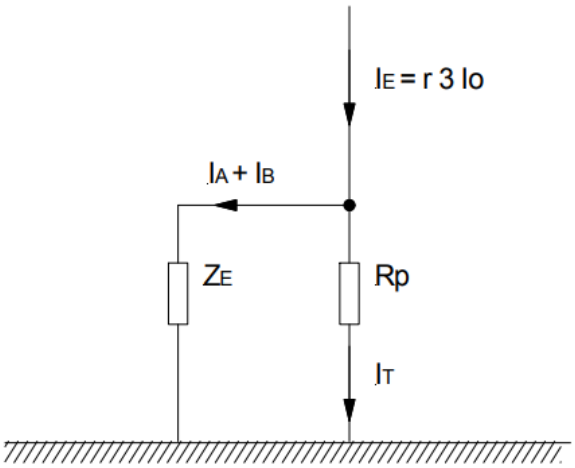
En caso de falta en un apoyo, la corriente de cortocircuito en dicho apoyo se reparte entre el propio apoyo de la falta y los apoyos colindantes a ambos lados de la línea. Este reparto se hace conforme a las impedancias hacia un lado y otro del apoyo y la propia resistencia de puesta a tierra del apoyo frecuentado.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



En la siguiente figura se muestra el reparto de intensidades entre la impedancia Z_E y la resistencia de puesta a tierra del apoyo R_p. Siendo Z_E el paralelo de las impedancias Z_A y Z_B.

$$Z_E = \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B}$$



$$I_T = I_E \frac{Z_E}{R_p + Z_E}$$

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Como ejemplo, para una línea con las siguientes características:

- Intensidad de cortocircuito máxima prevista en la línea: 40 kA
- Vano medio: 400 m
- Nº cables de tierra: 2 OPGW
- Resistencia de puesta a tierra de los apoyos: 10 Ω

La intensidad derivada a la puesta a tierra del apoyo sería de 2 kA

Esta intensidad que se deriva a la puesta a tierra del apoyo en caso de cortocircuito y que es la responsable de elevar el potencial en la zona del apoyo, depende de las impedancias a un lado y otro, pero el valor anterior puede ser considerado como un valor típico. **En cada caso particular se medirán las tensiones de paso y contacto para verificar que están dentro de los límites admisibles**.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

LCOE
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Subestación Foradada 220 kV.

Estudio de la capacidad de transporte de las líneas de simple circuito y 220 kV:

- **FORADADA – ESCALONA**
- **FORADADA – SESUÉ**
- **FORADADA – LA POBLA**
- **FORADADA – MEDIANO**
- **FORADADA – PONT DE SUERT**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

18 de diciembre de 2023

Informe nº2023103J0636v2

Abderrahim Khamlichi
Responsable Técnico

José Ramón Vidal
Ingeniero I+D+i

Este informe modifica y anula al informe:
2023103J0636_Inf CdT. 220kV Foradada_v1-firmado

lcoe-hv.com
ffii.es

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
Centro Tecnológico de Alta Tensión
C/ Eric Kandel, 1 – 28906 Getafe (Madrid)
Teléfono: +34 91 491 81 68

Control de revisiones

Versión	Fecha	Motivo
1	07/12/2023	Edición inicial del documento
2	18/12/2023	Cambio sección cable en líneas Mediano y Pont de Suert

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ÍNDICE

1. OBJETO DEL INFORME 4

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 4

2.1. Descripción de las diferentes disposiciones de los conductores 7

2.1.1. Secciones “Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado” 8

2.1.2. Secciones “Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado” 9

2.1.3. Secciones “Cuádruple Circuito. Tresbolillo en zanja DC bajo tubo hormigonado” 10

2.2. Descripción de los tubos empleados 11

2.3. Condiciones de instalación para el cálculo 11

3. CASOS A ESTUDIAR LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE 12

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO 13

5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO 14

ANEXO A Datos de los cables de potencia 15

Datos del cable RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL (referencia fabricante EeXe(al)Ggr 127/220(245)kV 1x2000/375) 16

Datos del cable RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000MAL+T375AL (referencia fabricante EeAXe(al)Ggr 127/220(245)kV 1x2000/375) 17

ANEXO B Datos de los cálculos considerados 19

Caso 1. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 20

Caso 1bis. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 22

Caso 2. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 24

Caso 3. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 26

Caso 4. Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 28

Caso 5. Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 30

Caso 6. Cuádruple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado 32

ANEXO C Detalle de cálculos realizados 34

Caso 1. 35

Caso 1bis. 36

Caso 2. 37

Caso 3. 38

Caso 4. 39

Caso 5. 40

Caso 6. 41

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1. OBJETO DEL INFORME

El objeto de este informe es evaluar, a petición de ENDESA INGENIERÍA (en adelante, ENDESA), la capacidad de transporte (en adelante CdT) de las cinco líneas de 220kV que conectan con la nueva subestación GIS Foradada. Estas líneas son:

- Línea de simple circuito 220kV Foradada – Escalona.
- Línea de simple circuito 220kV Foradada – Sesué.
- Línea de simple circuito 220kV Foradada – La Pobla.
- Línea de doble circuito 220kV Entrada/salida (E/S) en la subestación Foradada de la línea de simple circuito Mediano – Pont de Suert.
    - Circuito 220 kV Foradada – Mediano.
    - Circuito 220 kV Foradada – Pont de Suert.

Aunque las líneas son de simple circuito, los circuitos están instaladas en proximidad (excepto el circuito La Pobla que discurre en su totalidad sin circuitos de 220kV en proximidad), por lo que en el cálculo de la CdT se ha tenido en cuenta el acoplamiento entre los circuitos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según la información que ha sido aportada por ENDESA y analizada por el LCOE, la instalación objeto de estudio consta de cinco líneas mixta aéreo-subterráneas de simple circuito y 220 kV, que enlazan la nueva subestación Foradada con las subestaciones de Escalona (ver Tabla 1), Sesué (ver Tabla 2), La Pobla (ver Tabla 3), Mediano (ver Tabla 4) y Pont de Suert (ver Tabla 5), respectivamente

Cada línea consta de dos secciones, utilizado en el tramo subterráneo un cable de potencia de aislamiento XLPE con conductor principal de cobre (excepto para el circuito La Pobla, en el que el conductor principal es aluminio) de 2000 mm^2 de sección y pantalla de tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección (las características eléctricas y geométricas de los cables pueden verse en el Anexo A). El cable de acompañamiento utilizado en las secciones single-point es unipolar aislado de 240 mm^2 de sección de cobre, estando traspuesto en el punto medio de cada sección. Los cables están instalados en zanja bajo tubo normalizada REE.

Tabla 1. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Escalona.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-1N(*)	Aislado SP[1]	FORADADA – AP.T-1N(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	62	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-1N – ESCALONA	Aéreo	AP.T-1N – ESCALONA	LA 380 GULL (símplex)	Apoyo tipo CAPA	20.896 (43 vanos)	1x OPGW 48FO (17 kA) 1x AW 7Nº8 AWG

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

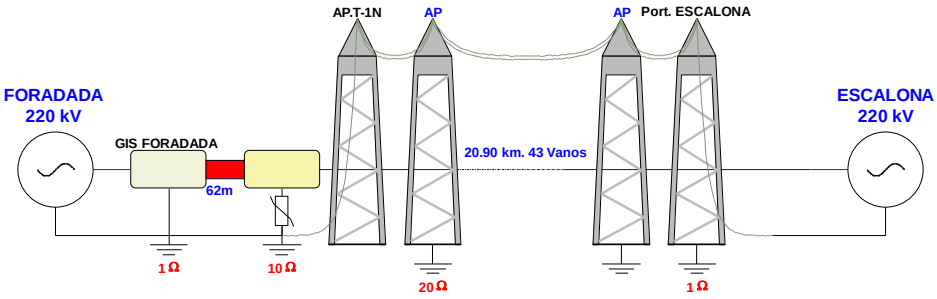


Figura 1. Esquema resumen correspondiente a la línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada - Escalona.

Tabla 2. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Sesué.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-2N(*)	Aislado SP	FORADADA – AP.T-2N(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	48	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-2N – SESUÉ	Aéreo	AP.T-2N – SESUÉ	LA 380 GULL (símplex)	Apoyo tipo TRESBOLILLO	19352 (66 vanos)	1x OPGW 48 (17 kA)

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

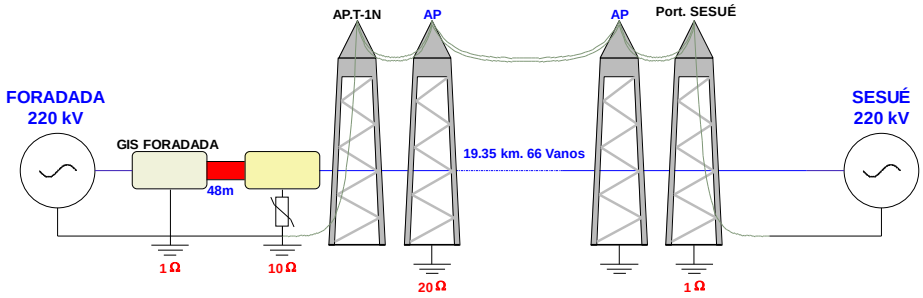


Figura 2. Esquema resumen correspondiente a la línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada – Sesué.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifirma

[1] *SP: Single-Point*

Tabla 3. Datos de la línea de simple circuito Foradada – La Pobla.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-3N(*)	Aislado SP	FORADADA – AP.T-3N(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000MAL+T375AL	TRESBOLILLO SC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	117	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-3N – LA POBLA	Aéreo	AP.T-3N – AP.49	LA 380 GULL (símplex)	Apoyo tipo CAPA	33749 (75 vanos)	1x OPGW 48FO (17 kA) 1x AW 7Nº8 AWG
		AP.49 – LA POBLA	LA 455 CONDOR (símplex)	Apoyo tipo CAPA	21303 (51 vanos)	

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

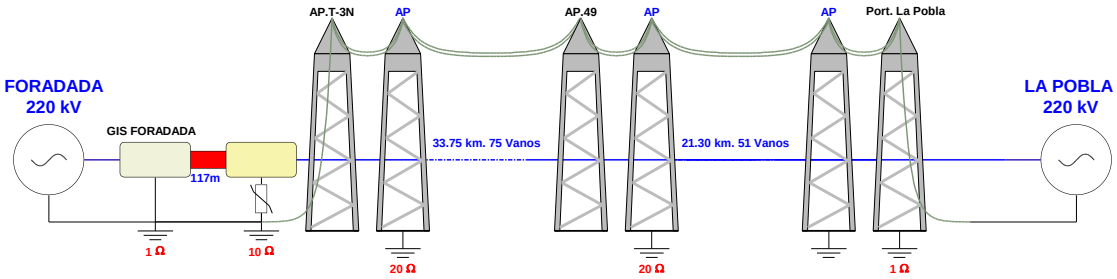


Figura 3. Esquema resumen correspondiente a la línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada – La Pobla.

Tabla 4. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Mediano.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-53-4(*)	Aislado SP	FORADADA – AP.T-53-4(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	29	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1
AP.T-53-4 – MEDIANO	Aéreo	AP.T-53-4 – AP.T-53N	LA 430 TERN (símplex)	Apoyo tipo BANDERA	1340 (4 vanos)	2x OPGW 48FO (17 kA)
		AP.T-53N – MEDIANO	LA 545 CARDINAL (símplex)	Apoyo tipo CAPA	16661 (52 vanos)	

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

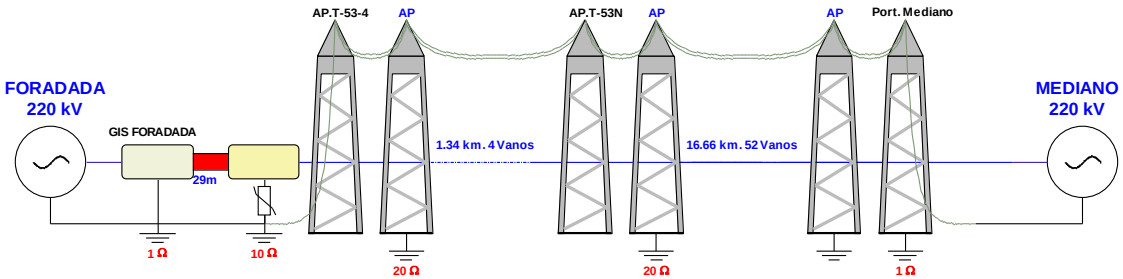


Figura 4. Esquema resumen correspondiente a la línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada – Mediano.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 5. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Pont de Suert.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-53-4(*)	Aislado SP	FORADADA – AP.T-53-4(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	29	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-53-4 – PONT SUERT	Aéreo	AP.T-53-4 – AP.T-53N	LA 430 TERN (símplex)	Apoyo tipo BANDERA	1340 (4 vanos)	2x OPGW 48FO (17 kA)
		AP.T-53N – PONT SUERT	LA 545 CARDINAL (símplex)	Apoyo tipo CAPA	32619 (107 vanos)	

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

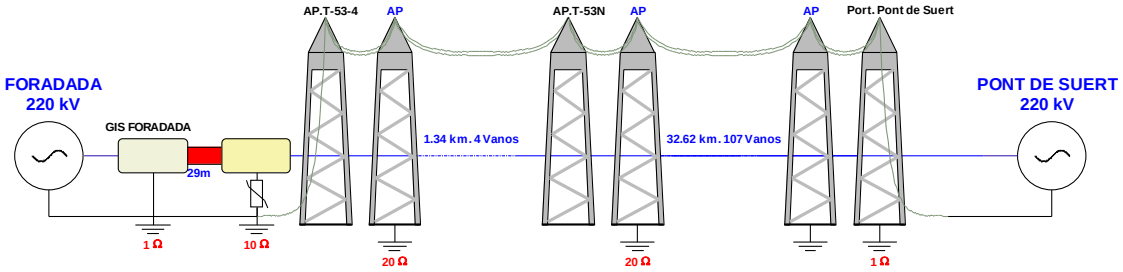


Figura 5. Esquema resumen correspondiente a la línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada – Port de Suert.

2.1. Descripción de las diferentes disposiciones de los conductores

Para todas las líneas, los cables están instalados enterrados en zanja bajo tubo. Sin embargo, en algunos puntos existen proximidad entre los circuitos, distinguiendo puntos en los que las líneas van en simple circuito, doble circuito o cuádruple circuito.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.1.1. Secciones “Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”

Para las secciones instaladas al tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado para simple circuito, los conductores están alojados en el interior de tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,25 m de diámetro y separados 0,32 m entre sí. Existen dos tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,10 m de diámetro utilizados para alojar el cable de acompañamiento y por último existen dos tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,16 m de diámetro utilizados para alojar los conductores de telecomunicaciones. Todos los tubos se encuentran embebidos en un dado de hormigón de 800x825mm (ancho x alto).

a) **b)**

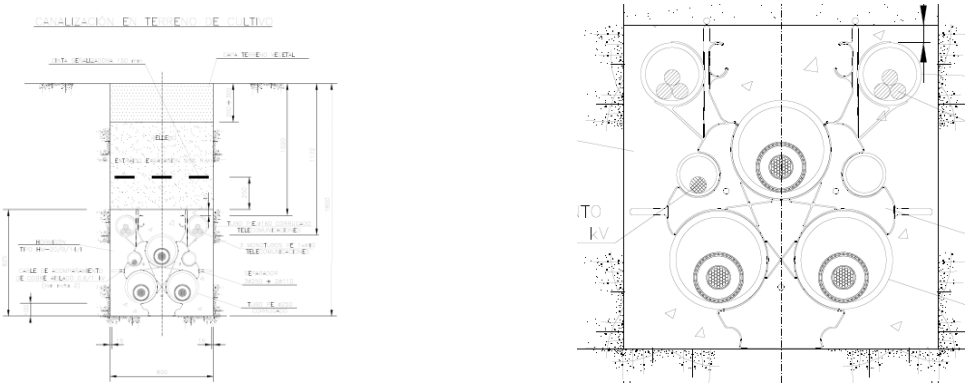


Figura 6. Sección transversal de las secciones “Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado” (imagen aportada por ENDESA). a) Esquema completo. b) Detalle del dado de hormigón donde se alojan todos los tubos.

Esta configuración se aplica a los circuitos Escalona, Sesué y La Pobla. En la imagen en planta se indican, mediante un círculo azul, los puntos correspondientes a la configuración “Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”.

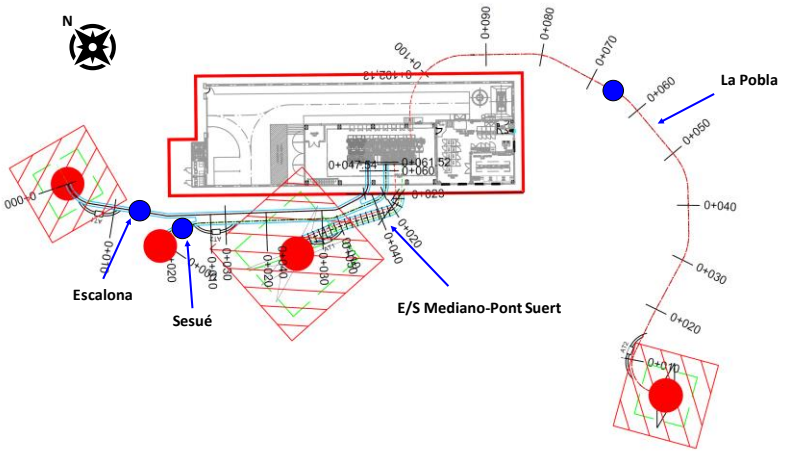


Figura 7. Planta general de la entrada a la subestación Foradada de las 5 líneas. Detalle de las zonas de instalación en configuración “Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.1.2. Secciones “Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”

Para las secciones instaladas al tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado para doble circuito, los conductores están alojados en el interior de tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,25 m de diámetro y separados 0,32 m entre sí. Existen dos tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,10 m de diámetro utilizados para alojar el cable de acompañamiento y por último existen dos tubos de polietileno (PE) corrugado de 0,16 m de diámetro utilizados para alojar los conductores de telecomunicaciones. La separación entre los ejes de los circuitos es de 1,0 m. Todos los tubos se encuentran embebidos en un dado de hormigón de 1800x825mm (ancho x alto).

a) **b)**

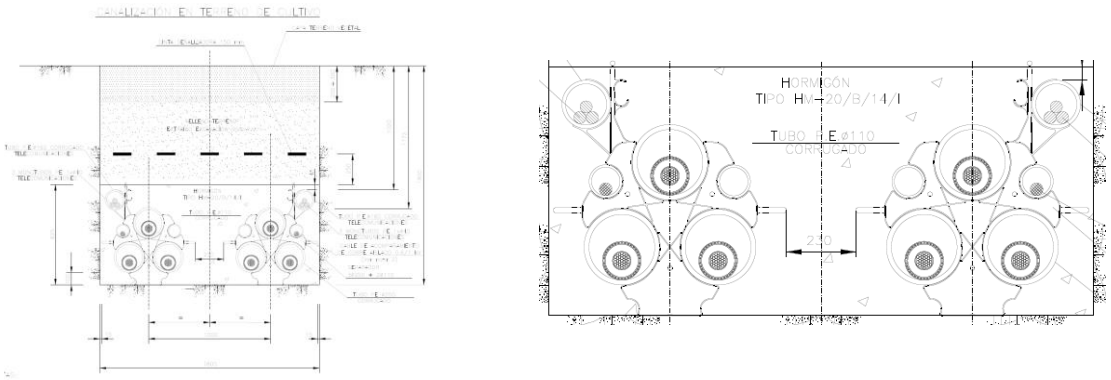


Figura 8. Sección transversal de las secciones “Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado” (imagen aportada por ENDESA). a) Esquema completo. b) Detalle del dado de hormigón donde se alojan todos los tubos.

Esta configuración se aplica a los circuitos Escalona y Sesué. En la imagen en planta se indican, mediante un círculo azul, el punto correspondiente a la configuración “Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”.

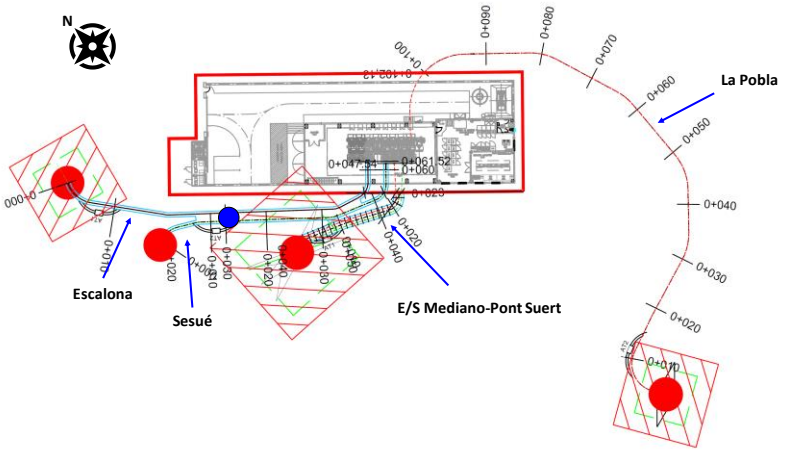


Figura 9. Planta general de la entrada a la subestación Foradada de las 5 líneas. Detalle de las zonas de instalación en configuración “Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.1.3. Secciones “Cuádruple Circuito. Tresbolillo en zanja DC bajo tubo hormigonado”

Las secciones instaladas al tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado para cuádruple circuito corresponden a zona de entrada a la subestación Foradada de los circuitos Escalona, Sesué, Mediano y Pont de Suert. En esta sección los circuitos Escalona y Sesué por un lado y los circuitos Mediano y Pont de Suert por otro lado van alojados al tresbolillo en zanja bajo tubo para doble circuito (como la indicada en el apartado 2.1.2). La separación entre circuitos dentro del mismo prisma de hormigón es de 1,0 m mientras que la distancia mínima entre los ejes de los circuitos más próximos pertenecientes a distintos prismas de hormigón es de 1,92 m. Finalmente, la profundidad a la base inferior del dado es de 2,32 m.

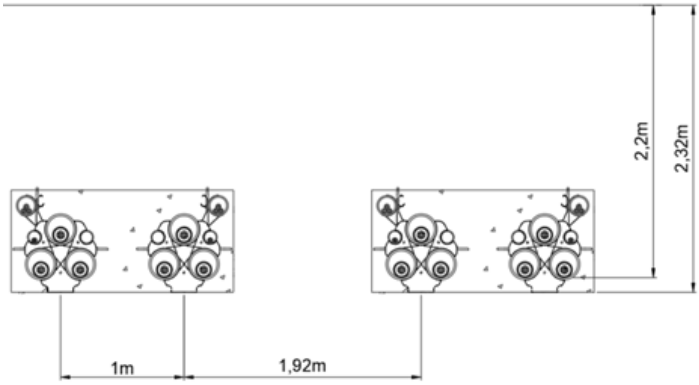


Figura 10. Sección transversal de las secciones “Cuádruple circuito. Tresbolillo en zanja DC bajo tubo hormigonado” (imagen aportada por ENDESA).

Esta configuración se aplica a los circuitos Escalona, Sesué, Mediano y Pont de Suert . En la imagen en planta se indican, mediante un círculo azul, el punto correspondiente a la configuración “Cuádruple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado”.

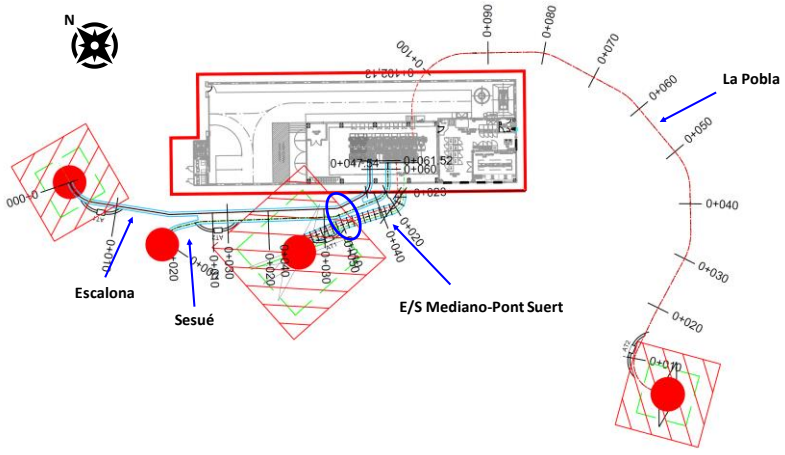


Figura 11. Planta general de la entrada a la subestación Foradada de las 5 líneas. Detalle de las zonas de instalación en configuración “Cuádruple circuito. Tresbolillo en zanja DC bajo tubo hormigonado”.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.2. Descripción de los tubos empleados

En la Tabla 6 pueden observarse las características principales de los tubos empleados en la línea.

Tabla 6. Características principales de los tubos empleados en la línea.

	Tubos para conductores de potencia	Tubos para cable de acompañamiento	Tubos para comunicaciones
Diámetro externo	250 mm	110 mm	160 mm
Diámetro interno	220 mm	94 mm	136 mm
Espesor	15 mm	8 mm	12 mm
Material	Polietileno (PE)	Polietileno (PE)	Polietileno (PE)
Resistividad térmica	3.50 K m/W	3.50 K m/W	3.50 K m/W

2.3. Condiciones de instalación para el cálculo

Las condiciones generales de instalación aplicadas en todos los casos de estudio han sido:

Tabla 7. Condiciones generales de instalación consideradas en el estudio de la CdT.

Resistividad térmica del hormigón Kh (ρ_{Th}):	0.85 K m/W
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00 K m/W
Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25ºC

Las condiciones particulares de cálculo de la capacidad de transporte para cada caso estudiado se encuentran en los Anexo B y C.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3. CASOS A ESTUDIAR LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Se ha realizado el estudio de la capacidad de transporte para los diferentes casos indicados en la Tabla 8, dependiendo del tipo instalación de los cables.

Tabla 8. Casos para estudiar la CdT para la entrada en la subestación Foradada.

Caso	Aplicable a los circuitos	Tipo de instalación	Configuración de puesta a tierra de las pantallas	Prof. Máx. al fondo de la zanja[1] (m)	Separación circuitos (m)		Cable de potencia
1	Foradada - La Pobla	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,45	--		2000MAL + T375AL
1bis	Foradada - La Pobla	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	2,32	--		2000MAL + T375AL
2	Foradada - Escalona	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	--		2000M + T375AL
3	Foradada - Sesué	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	--		2000M + T375AL
4	Foradada - Sesué	Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	1,00		2000M + T375AL
	Foradada - Escalona		Single-Point				2000M + T375AL
5	Foradada - Mediano	Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	1,00		2500M + T375AL
	Foradada – Pont Suert		Single-Point				2500M + T375AL
6	Foradada - Sesué	Cuádruple circuito Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	2,32	1,00[2]	1,92[3]	2000M + T375AL
	Foradada - Escalona		Single-Point				2000M + T375AL
	Foradada - Mediano		Single-Point		1,00		2500M + T375AL
	Foradada – Pont Suert		Single-Point				2500M + T375AL

[1]Prof. Máx: Profundidad Máxima.

[2]Distancia entre circuitos dentro del mismo prisma de hormigón.

[3]Distancia entre circuitos próximos pertenecientes a distinto prisma de hormigón.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

El estudio se ha realizado aplicando la norma UNE 21144-1-1 y la norma UNE 21144-2-1, equivalentes a las normas IEC 60287-1-1 e IEC 60287-2-1, respectivamente. Se han estudiado los 6 casos indicados en la Tabla 8.

En la Tabla 9 se muestran los resultados para los diferentes casos estudiados, mientras que en los anexos a este informe se muestran los datos considerados para los cálculos, así como los detalles de resultados correspondientes, respectivamente.

Tabla 9. Resultados de la capacidad de transporte para los diferentes casos estudiados en función del tipo de instalación de los cables.

Caso	Aplicable a los circuitos	Tipo de instalación	Configuración de puesta a tierra de las pantallas	Prof. Máx. al fondo de la zanja[1] (m)	Separación circuitos (m)		Cable de potencia	CdT (A)	CdT (MVA)
1	Foradada - La Pobla	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,45	--		2000MAL + T375AL	1343,01	513,7
1bis	Foradada - La Pobla	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	2,32	--		2000MAL + T375AL	1251,97	477,07
2	Foradada - Escalona	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	--		2000M + T375AL	1471,03	560,
3	Foradada - Sesué	Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	--		2000M + T375AL	1471,03	560,
4	Foradada - Sesué	Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	1,00		2000M + T375AL	1257,60	479,
	Foradada - Escalona		Single-Point				2000M + T375AL	1257,60	479,
5	Foradada - Mediano	Doble Circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	1,80	1,00		2500M + T375AL	1535,04	584,
	Foradada – Pont Suert		Single-Point				2500M + T375AL	1535,05	584,
6	Foradada - Sesué	Cuádruple circuito Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado	Single-Point	2,32	1,00[2]	1,92[3]	2000M + T375AL	1037,11	395,
	Foradada - Escalona		Single-Point				2000M + T375AL	1037,11	395,19
	Foradada - Mediano		Single-Point		1,00		2500M + T375AL	1319,44	502,
	Foradada – Pont Suert		Single-Point				2500M + T375AL	1319,44	502,

[1]Prof. Máx: Profundidad Máxima.

[2]Distancia entre circuitos dentro del mismo prisma de hormigón.

[3]Distancia entre circuitos próximos pertenecientes a distinto prisma de hormigón.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 13.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
COGITISE
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: http://www.cogitise.com/verifirma

5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

A partir de los datos obtenidos en el estudio de capacidad de transporte, se puede concluir lo siguiente:

1. Para la línea **220 kV Foradada – Escalona**, la máxima capacidad de transporte calculada para los tramos subterráneos es de **395,19 MVA**, siendo el caso limitante el 6, correspondiente a la configuración "Cuádruple circuito. Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado".
2. Para la línea **220 kV Foradada – Sesué**, la máxima capacidad de transporte calculada para los tramos subterráneos es de **395,19 MVA**, siendo el caso limitante el 6, correspondiente a la configuración "Cuádruple circuito. Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado".
3. Para la línea **220 kV Foradada – La Pobla**, la máxima capacidad de transporte calculada para los tramos subterráneos es de **477,07 MVA**, siendo el caso limitante el 1bis, correspondiente a la configuración "Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado".
4. Para la línea **220 kV Foradada – Mediano**, la máxima capacidad de transporte calculada para los tramos subterráneos es de **502,78 MVA**, siendo el caso limitante el 6, correspondiente a la configuración "Cuádruple circuito. Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado".
5. Para la línea **220 kV Foradada – Pont de Suert**, la máxima capacidad de transporte calculada para los tramos subterráneos es de **502,78 MVA**, siendo el caso limitante el 6, correspondiente a la configuración "Cuádruple circuito. Tresbolillo DC en zanja bajo tubo hormigonado".

Y para que así conste, a los efectos oportunos, se emite el presente informe en Madrid a dieciocho de diciembre de dos mil veintitrés.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO A
Datos de los cables de potencia

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Datos del cable RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL (referencia fabricante EeXe(al)Ggr 127/220(245)kV 1x2000/375)

Conductor (cuerda de cobre segmentada tipo Milliken)		
Sección (S_c):	2000	mm^2
Diámetro (d_c):	55.0	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc}):	0.009	Ω/km
Temperatura máxima de operación del conductor (θ_{cmax}):	90	ºC
Temperatura de cortocircuito del conductor (θ_{cc}):	250	ºC
Resistividad eléctrica a 20ºC (ρ_c):	$1.7241 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_c):	$3.93 \cdot 10^{-3}$	1/K
Coeficientes de efecto skin (k_s):	0.8	-
Coeficientes de efecto proximidad(k_p):	0.37	-
Resistividad térmica (ρt_c):	$2.5 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Semiconductora interna (SC extruido)		
Diámetro (d_{sci})	60.2	mm
Espesor (e_{sci}):	2.0	mm
Resistividad térmica (ρt_{sci}):	2.5	K·m/W
Aislamiento (XLPE super clean)		
Diámetro (d_{ais})	102.8	mm
Espesor (e_{ais}):	21	mm
Resistividad térmica (ρt_{ais}):	3.5	K·m/W
Factor de pérdidas dieléctricas (tgδ):	0.0008	-
Permitividad relativa (ε_r):	2.4	-
Capacidad nominal (C_{ais})	0.249	µF/km
Semiconductora externa (SC extruido)		
Diámetro (d_{sce})	106.2	mm
Espesor (e_{sce}):	1.5	mm
Resistividad térmica (ρt_{sce}):	2.5	K·m/W
Protección longitudinal al agua (cinta hinchable semiconductora en hélice solapada)		
Diámetro (d_{pla1})	109	mm
Espesor (e_{pla1}):	1.4	mm
Resistividad térmica (ρt_{pla1}):	6.0	K·m/W
Pantalla (Tubo de aluminio)		
Diámetro medio (d_{pant}):	110.2	mm
Diámetro sobre la pantalla (d_p)	111.3	mm
Espesor (e_{pant})	1.1	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc_p}):	0.0746	Ω/km
Temperatura máx de operación de la pantalla (θ_{cmax}):	80	ºC
Temperatura de cortocircuito de la pantalla (θ_{cc}):	250	ºC
Sección de la pantalla (S_{pant}):	380	mm^2
Resistividad eléctrica a 20ºC(ρe_{pant}):	$2.84 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_{pant}):	$4.03 \cdot 10^{-3}$	1/K
Resistividad térmica (ρt_{pant}):	$4.2 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Cubierta exterior (Poliolefina)		
Espesor (e_{ce}):	4.5	mm
Permitividad relativa (ε_{r_cub}):	2.3	-
Diámetro exterior (d_{ext}):	121.5	mm
Resistividad térmica (ρ_{tce}):	3.5	K·m/W

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Datos del cable RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000MAL+T375AL (referencia fabricante EeAXe(al)Ggr 127/220(245)kV 1x2000/375)

Conductor (cuerda de aluminio segmentada tipo Milliken)		
Sección (S_c):	2000	mm^2
Diámetro (d_c):	55.0	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc}):	0.0149	Ω/km
Temperatura máxima de operación del conductor (θ_{cmax}):	90	ºC
Temperatura de cortocircuito del conductor (θ_{cc}):	250	ºC
Resistividad eléctrica a 20ºC (ρ_c):	$2.82 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_c):	$4.03 \cdot 10^{-3}$	1/K
Coeficientes de efecto skin (k_s):	0.25	-
Coeficientes de efecto proximidad(k_p):	0.15	-
Resistividad térmica (ρt_c):	$4.2 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Semiconductora interna (SC extruido)		
Diámetro (d_{sci})	60.0	mm
Espesor (e_{sci}):	2.0	mm
Resistividad térmica (ρt_{sci}):	2.5	K·m/W
Aislamiento (XLPE super clean)		
Diámetro (d_{ais})	102.6	mm
Espesor (e_{ais}):	21	mm
Resistividad térmica (ρt_{ais}):	3.5	K·m/W
Factor de pérdidas dieléctricas (tgδ):	0.0008	-
Permitividad relativa (ε_r):	2.4	-
Capacidad nominal (C_{ais})	0.249	µF/km
Semiconductora externa (SC extruido)		
Diámetro (d_{sce})	106.0	mm
Espesor (e_{sce}):	1.5	mm
Resistividad térmica (ρt_{sce}):	2.5	K·m/W
Protección longitudinal al agua (cinta hinchable semiconductora en hélice solapada)		
Diámetro (d_{pla1})	108.8	mm
Espesor (e_{pla1}):	1.4	mm
Resistividad térmica (ρt_{pla1}):	6.0	K·m/W
Pantalla (Tubo de aluminio)		
Diámetro medio (d_{pant}):	110.0	mm
Diámetro sobre la pantalla (d_p)	111.1	mm
Espesor (e_{pant})	1.1	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc_p}):	0.0748	Ω/km
Temperatura máx de operación de la pantalla (θ_{cmax}):	80	ºC
Temperatura de cortocircuito de la pantalla (θ_{cc}):	250	ºC
Sección de la pantalla (S_{pant}):	379	mm^2
Resistividad eléctrica a 20ºC(ρe_{pant}):	$2.84 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_{pant}):	$4.03 \cdot 10^{-3}$	1/K
Resistividad térmica (ρt_{pant}):	$4.2 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Cubierta exterior (Poliolefina)		
Espesor (e_{ce}):	4.5	mm
Permitividad relativa (ε_{r_cub}):	2.3	-
Diámetro exterior (d_{ext}):	121.0	mm
Resistividad térmica (ρ_{tce}):	3.5	K·m/W

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Datos del cable RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2500M+T375AL (referencia fabricante VOLTALENE RHZ1-RA+2OL(AS) 220kV 1x2500M+T375AL (FR68002))

Conductor (cuerda de cobre segmentada tipo Milliken)		
Sección (S_c):	2500	mm^2
Diámetro (d_c):	64.4	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc}):	0.0072	Ω/km
Temperatura máxima de operación del conductor (θ_{cmax}):	90	ºC
Temperatura de cortocircuito del conductor (θ_{cc}):	250	ºC
Resistividad eléctrica a 20ºC (ρ_c):	$1.7241 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_c):	$3.93 \cdot 10^{-3}$	1/K
Coeficientes de efecto skin (k_s):	0.35	-
Coeficientes de efecto proximidad(k_p):	0.2	-
Resistividad térmica (ρt_c):	$2.7 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Semiconductora interna (XLPE semiconductor)		
Diámetro (d_{sci}):	68.4	mm
Espesor (e_{sci}):	2.0	mm
Resistividad térmica (ρt_{sci}):	3.5	K·m/W
Aislamiento (XLPE super clean)		
Diámetro (d_{ais}):	111.5	mm
Espesor (e_{ais}):	21.56	mm
Resistividad térmica (ρt_{ais}):	3.5	K·m/W
Factor de pérdidas dieléctricas (tgδ):	0.0008	-
Permitividad relativa (ε_r):	2.37	-
Capacidad nominal (C_{ais})	0.269	µF/km
Semiconductora externa (XLPE semiconductor)		
Diámetro (d_{sce}):	114.5	mm
Espesor (e_{sce}):	1.5	mm
Resistividad térmica (ρt_{sce}):	3.5	K·m/W
Protección longitudinal al agua (cinta hinchable semiconductora en hélice solapada)		
Diámetro (d_{pla1})	118.2	mm
Espesor (e_{pla1}):	1.85	mm
Resistividad térmica (ρt_{pla1}):	6.0	K·m/W
Pantalla (Tubo de aluminio)		
Diámetro medio (d_{pant}):	119.5	mm
Diámetro sobre la pantalla (d_p):	120.8	mm
Espesor (e_{pant})	1.3	mm
Resistencia en continua a 20ºC (R_{20cc_p}):	0.063	Ω/km
Temperatura máx de operación de la pantalla (θ_{cmax}):	90	ºC
Temperatura de cortocircuito de la pantalla (θ_{cc}):	250	ºC
Sección de la pantalla (S_{pant}):	488	mm^2
Resistividad eléctrica a 20ºC(ρe_{pant}):	$3.0 \cdot 10^{-8}$	Ω m
Coeficiente de variación de temperatura (α_{pant}):	$4.03 \cdot 10^{-3}$	1/K
Resistividad térmica (ρt_{pant}):	$4.8 \cdot 10^{-3}$	K·m/W
Cubierta exterior (Poliolefina)		
Espesor (e_{ce}):	4.5	mm
Permitividad relativa (ε_{r_cub}):	3.0	-
Diámetro exterior (d_{ext}):	130.8	mm
Resistividad térmica (ρ_{tce}):	3.5	K·m/W

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO B
Datos de los cálculos considerados

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 1. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Línea **Foradada – La Pobla**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 1,45 m
- Configuración en simple circuito.

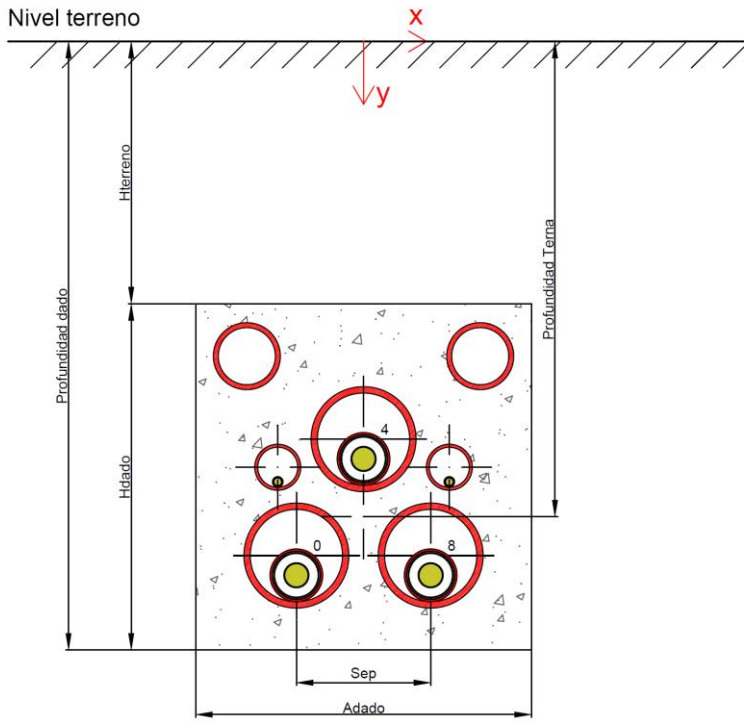
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	--	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	1132.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	625	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	1450	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
La Pobla	1x2000MAL + T375AL	0	-160.00	1274.50
		4	0.00	997.37
		8	160.00	1274.50

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – La Pobla	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-3N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-3N	117	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 1bis. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Línea **Foradada – La Pobla**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 2,32 m
- Configuración en simple circuito.

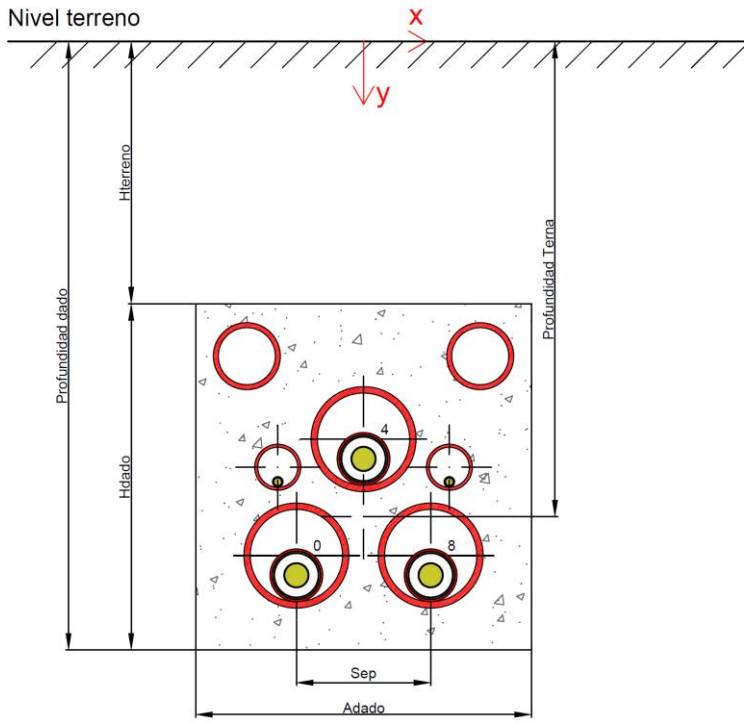
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	--	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	2002.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	1495	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	2320	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
La Pobla	1x2000MAL + T375AL	0	-160.00	2144.5
		4	0.00	1867.4
		8	160.00	2144.5

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – La Pobla	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-3N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-3N	117	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 2. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Línea **Foradada – Escalona**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 1,80 m
- Configuración en simple circuito.

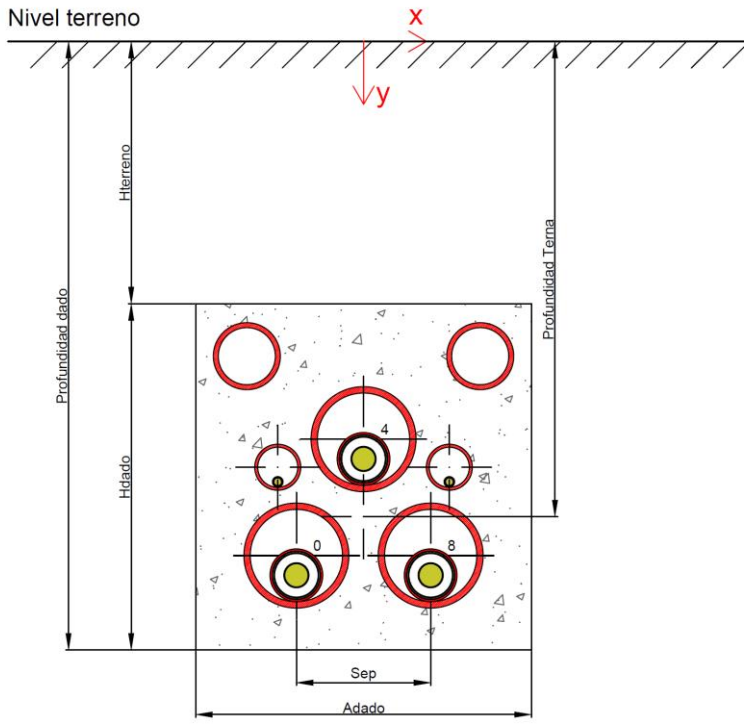
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	--	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	1482.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	975	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	1800	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
Escalona	1x2000M + T375AL	0	-160.00	1624.50
		4	0.00	1347.37
		8	160.00	1624.50

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Escalona	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-1N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-1N	62	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 3. Simple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Línea **Foradada – Sesué**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 1,80 m
- Configuración en simple circuito.

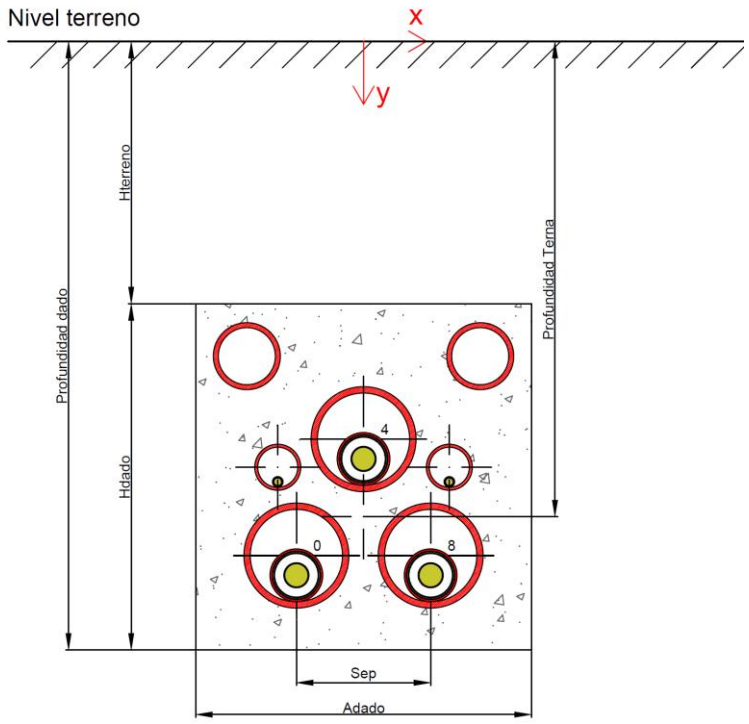
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	--	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	1482.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	975	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	1800	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
Sesué	1x2000M + T375AL	0	-160.00	1624.50
		4	0.00	1347.37
		8	160.00	1624.50

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Sesué	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-2N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-2N	48	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 4. Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Líneas **Foradada – Escalona y Foradada – Sesué**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 1,80 m
- Configuración en doble circuito.

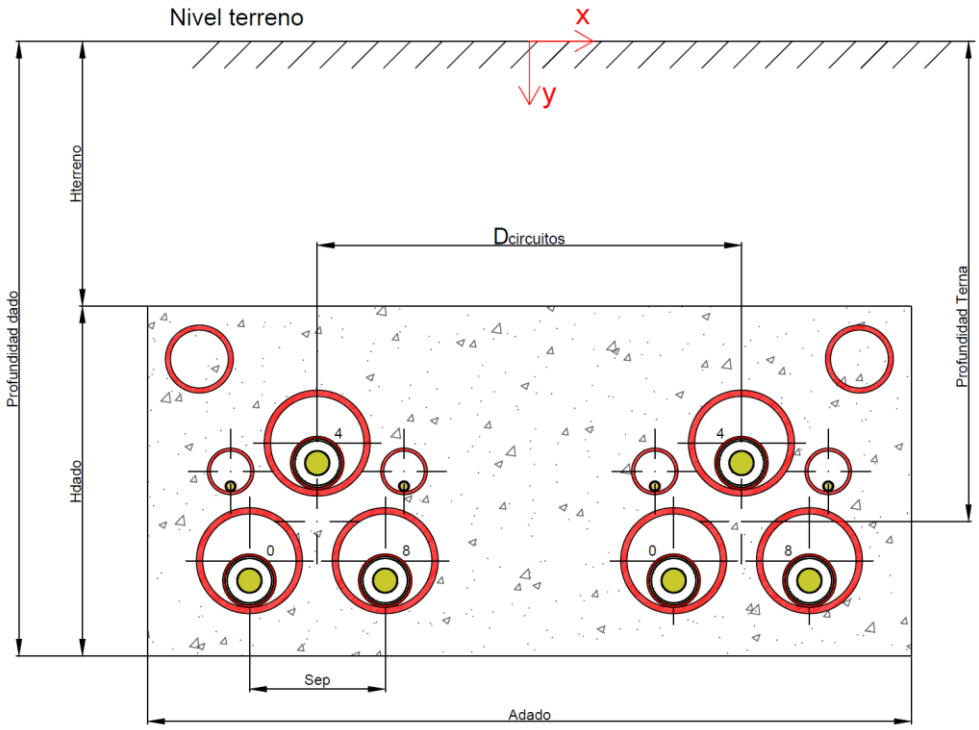
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases de un mismo circuito (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	1000	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	1482.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	1800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	975	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	1800	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
Escalona	1x2000M + T375AL	0	-660.00	1624.50
		4	-500.00	1347.37
		8	-340.00	1624.50
Sesué	1x2000M + T375AL	0	340.00	1624.50
		4	500.00	1347.37
		8	640.00	1624.50

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Escalona	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-1N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-1N	62	m

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Sesué	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-2N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-2N	48	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 5. Doble circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Líneas **Foradada – Mediano y Foradada – Pont de Suert.**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 1,80 m
- Configuración en doble circuito.

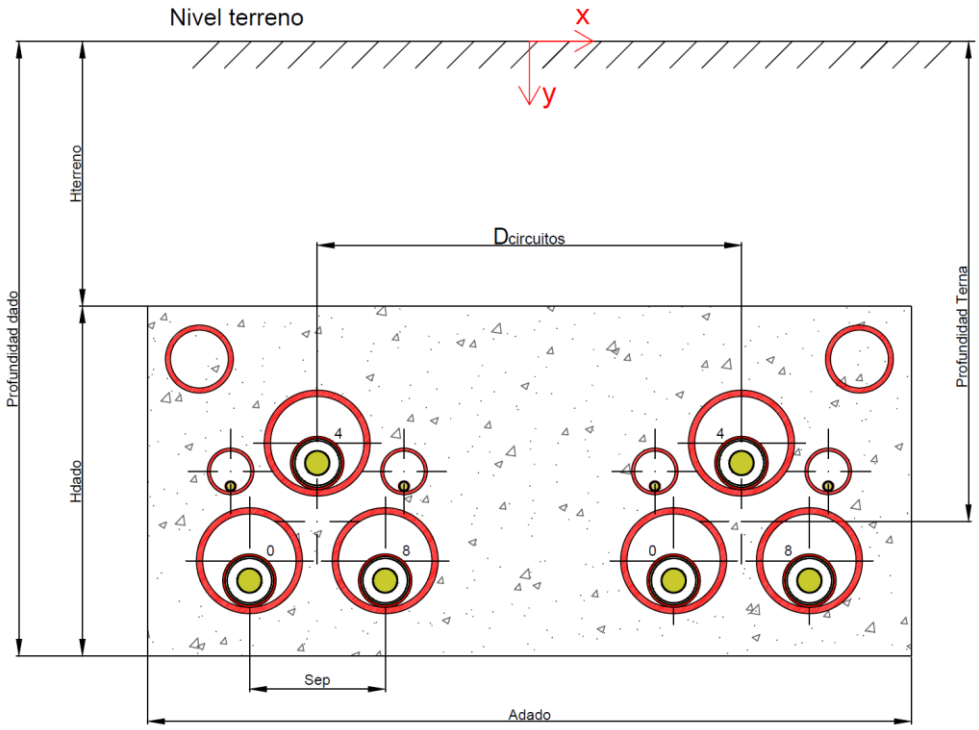
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases de un mismo circuito (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos (Dcircuitos):	1000	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	1482.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	1800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	975	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	1800	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	$m^{-1} K^{-1}$
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
Mediano	1x2000M + T375AL	0	-660.00	1624.50
		4	-500.00	1347.37
		8	-340.00	1624.50
Pont Suert	1x2000M + T375AL	0	340.00	1624.50
		4	500.00	1347.37
		8	640.00	1624.50

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Mediano	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-53-4	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-53-4	29	m

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Sesué	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-53-4	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-53-4	29	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 6. Cuádruple circuito. Tresbolillo en zanja bajo tubo hormigonado

Instalación del cable:

- Líneas **Foradada – Escalona, Foradada – Sesué, Foradada – Mediano y Foradada – Pont de Suert.**
- Tresbolillo hormigonado en zanja bajo tubo para una profundidad a la base inferior del prisma de hormigón de 2,32 m
- Configuración en cuádruple circuito (doble circuito + doble circuito).

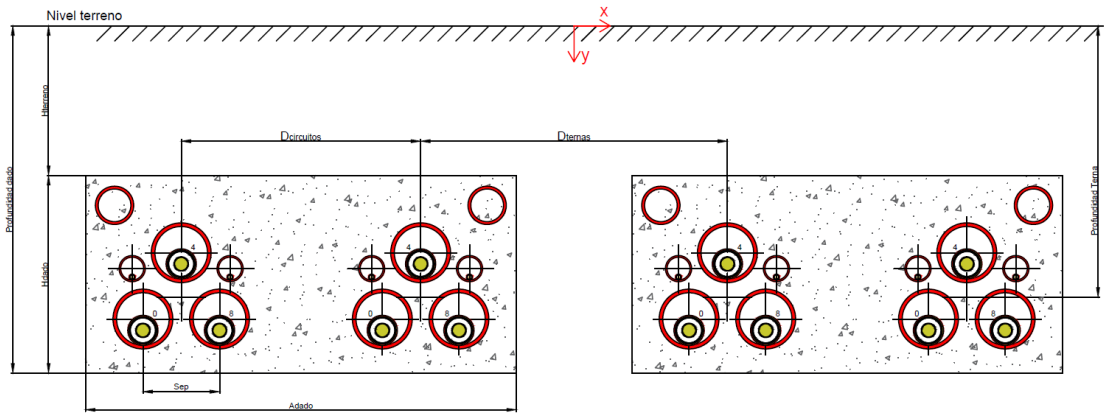
Datos de la instalación		
Tipo:	Tresbolillo, bajo tubo con dado de hormigón	
Configuración:	Tresbolillo	
Distancia entre fases de un mismo circuito (Sep):	320	mm
Distancia entre ejes de circuitos dentro del mismo prisma de hormigón (Dcircuitos):	1000	mm
Distancia entre ejes de circuitos más próximos pertenecientes a distintos dados de hormigón (Dternas):	1920	mm
Profundidad al eje de la terna (Profundidad terna):	2002.62	mm
Datos del prisma de hormigón		
Anchura del dado (A_{dado}):	1800	mm
Altura del dado (H_{dado}):	825	mm
Altura de terreno por encima del dado ($H_{terreno}$):	1495	mm
Profundidad a la base inferior del dado ($Prof_{dado}$):	2320	K m/W
Resistividad térmica del hormigón Kh (ρTh):	0.85	mm
Datos del Tubo (PEAD, PE100-PN10)		
Diámetro exterior del tubo (D_{etubo}):	250	mm
Diámetro interior del tubo (D_{itubo}):	220	mm
Resistividad térmica del tubo (ρ_{tubo}):	3.5	K m/W
Constantes dependientes del material del tubo(U, V, Y):		
U_{T41}	1.87	m/W
V_{T41}	0.312	m^{-1}
Y_{T41}	0.0037	m^{-1} K^{-1}
Datos del Terreno		
Resistividad térmica del terreno Kt ($\rho_{Terreno}$):	1.00	K m/W

Coordenadas del centro de los conductores

Circuito	Cable Potencia	Fase	Coordenada X (mm)	Coordenada Y(mm)
Escalona	1x2000M + T375AL	0	-2120.00	2144.25
		4	-1960.00	1867.12
		8	-1800.00	2144.25
Sesué	1x2000M + T375AL	0	-1120.00	2144.25
		4	-960.00	1867.12
		8	-800.00	2144.25
Mediano	1x2500M + T375AL	0	800.00	2139.60
		4	960.00	1862.47
		8	1120.00	2139.60
Pont Suert	1x2500M + T375AL	0	1800.00	2139.60
		4	1960.00	1862.47
		8	2120.00	2139.60

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Esquema de la zanja



Modo de conexión de pantallas metálicas

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Escalona	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-1N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-1N	62	m

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Sesué	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-2N	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-2N	48	m

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Mediano	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-53-4	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-53-4	29	m

Modo de conexión de pantallas metálicas		
Circuito: Foradada – Sesué	**Tipo de conexión de pantallas**	
Sección: Foradada – AP.PAS T-53-4	**Single-Point**	
Longitud de Sección Foradada – AP.PAS T-53-4	29	m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO C
Detalle de cálculos realizados

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 1.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	76.83	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	70.65	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	66.47	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	63.86	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0191	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.0139	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0006	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0194	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	248.9	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0091	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0921	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0183	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0183	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0346	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2988	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0130	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3713	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0475	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0475	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2356	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	0.9548	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.1067	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	1.3683	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1343.01**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**511.76**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	34.9584	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.6392	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0091	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	36.6067	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	109.8200	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 1bis.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	78.53	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	73.21	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	69.59	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	67.32	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0191	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.0139	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0006	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0194	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	248.9	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0091	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0926	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0183	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0183	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0346	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2988	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0130	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3713	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0475	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0475	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2322	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.1719	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.1529	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	1.6282	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	1251.97	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	477.07	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	30.3795	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.5567	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0091	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	31.9453	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	95.8358	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 2.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	77.69	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	72.23	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	68.33	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	65.87	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0115	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.3048	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0080	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0151	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	249.5	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0117	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0921	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0264	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0264	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0359	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2981	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0129	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3718	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2327	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.0564	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.1292	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	1.4894	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1471.03**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**560.54**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	32.6010	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.8621	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0117	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	34.4748	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	103.4243	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 3.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	77.69	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	72.23	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	68.33	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	65.87	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0115	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.3048	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0080	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0151	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	249.5	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0117	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0921	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0264	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0264	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0359	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2981	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0129	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3718	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2327	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.0564	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.1292	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	1.4894	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1471.03**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**560.54**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	32.6010	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.8621	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0117	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	34.4748	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	103.4243	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 4.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	89.03	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	80.00	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	76.06	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	73.22	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	71.41	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0114	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.3062	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0080	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0150	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	249.5	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0117	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0928	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0266	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0266	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0359	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2981	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0129	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3718	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2278	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.6056	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.2197	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	2.1242	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1257.60**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**479.21**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	23.7820	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.6318	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0117	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	25.4255	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	76.2764	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 5.

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	81.34	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	77.36	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	74.64	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	72.77	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0092	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.1091	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0059	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0102	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	269.8	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0941	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0767	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0398	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0398	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0336	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2722	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0148	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0304	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3509	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0443	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0443	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2119	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.6056	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.2197	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	2.1084	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1535.04**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**584.93**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	24.1206	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.9592	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0941	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	26.1738	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	78.5215	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caso 6.

Cable 1x2000M + T375AL

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	86.17	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	80.00	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	77.31	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	75.36	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	74.11	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0113	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.3104	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0081	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0150	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	249.5	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0117	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0928	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0267	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0267	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0359	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2981	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0129	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0249	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3718	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0389	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2262	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.8307	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno (T_{43_corr})	0.2685	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+T_{43_corr}):	2.3966	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1037.11**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**395.19**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	16.0829	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.4296	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0117	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	17.5243	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\_circuito} = 3 \cdot W_t$):	52.5729	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cable 1x2500M + T375AL

Temperatura del ambiente (θ_{amb}):	25	ºC
Resistividad térmica del terreno ($\rho_{Tterreno}$):	1	K·m/W
Temperatura de conductor (θ_c):	90.00	ºC
Temperatura de pantalla (θ_{pant}):	83.55	ºC
Temperatura media en el aire que rellena el espacio entre cable y conducto polietileno (θ_m):	80.62	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θi_{TUBO}):	78.60	ºC
Temperatura cara externa conductos polietileno (θe_{TUBO}):	77.20	ºC
Resistencia en continua a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta cc}$)	0.0092	Ω/km
Factor de efecto pelicular (Y_s)	0.1091	-
Factor de efecto proximidad (Y_p)	0.0059	-
Resistencia en alterna a la máxima temperatura de operación ($R_{\theta ca}$)	0.0102	Ω/km
Capacidad (C_{ap}):	269.8	µF/km
Pérdidas en el dieléctrico (W_d)	1.0941	W/m
Resistencia de la pantalla a la temperatura de operación (R_s)	0.0772	Ω/km
Factor de pérdidas debido a corrientes de circulación (λ_1')	0.0000	-
Factor de pérdidas debido a corrientes de Foucault en pantalla metálica (λ_1'')	0.0399	-
Pérdidas totales en pantallas ($\lambda = \lambda_1$'+ λ_1'')	0.0399	-
Resistencia térmica de la cinta sobre conductor (T_{10}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora interna(T_{11}):	0.0336	K m/W
Resistencia térmica del aislamiento(T_{12}):	0.2722	K m/W
Resistencia térmica de la semiconductora externa(T_{13}):	0.0148	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal frente al agua(T_{14}):	0.0304	K m/W
Resistencia térmica T_1 total (T_{10}+T_{11}+T_{12}+T_{13}+T_{14}):	0.3509	K m/W
Resistencia térmica de la protección longitudinal al agua (T_{31}):	0.0000	K m/W
Resistencia térmica de la cubierta exterior (T_{32}):	0.0443	K m/W
Resistencia térmica T_3 total (T_{31}+T_{32}):	0.0443	K m/W
Resistencia térmica entre superficie del cable y tubo de polietileno (T_{41}):	0.2082	K m/W
Resistencia térmica propia del tubo de polietileno (T_{42}):	0.0712	K m/W
Resistencia térmica exterior al tubo de polietileno (T_{43}):	1.8307	K m/W
Corrección de T_{43} para tener en cuenta la diferencia entre la resistividad térmica del hormigón y la resistividad térmica del terreno ($T_{43\ corr}$)	0.2685	K m/W
Resistencia térmica T_4 total (T_{41}+T_{42}+T_{43}+$T_{43\ corr}$):	2.3785	K m/W
Intensidad admisible por circuito (I):	**1319.44**	**A**
Potencia total por circuito (S_a):	**502.78**	**MVA**
Pérdidas en el conductor por fase (W_c):	17.8210	W/m
Pérdidas en la pantalla por fase (W_p):	0.7116	W/m
Pérdidas dieléctricas por fase (W_d):	1.0941	W/m
Pérdidas totales por fase ($W_t = W_c + W_p + W_d$):	19.6267	W/m
Pérdidas totales por circuito ($W_{t\ circuito} = 3 \cdot W_t$):	58.8802	W/m

(*) Resultados obtenidos después de un proceso iterativo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

LCOE
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Estudio de sobretensiones temporales en las pantallas de los cables, debidas a cortocircuitos en la línea de simple circuito de 220 kV:

FORADADA – ESCALONA

07 de diciembre de 2023

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Informe nº2023103J0637

Abderrahim Khamlichi
Responsable Técnico

José Vidal Losada
Ingeniero I+D+i

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
Centro Tecnológico de Alta Tensión
C/ Eric Kandel, 1 – 28906 Getafe (Madrid)
Teléfono: +34 91 491 81 68

Control de revisiones

Versión	Fecha	Motivo
1	07/12/2023	Edición inicial del documento

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ÍNDICE

1. OBJETO DEL INFORME 4

2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA. 4

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 5

4. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE PROGRAMA SPACS DE ANÁLISIS DE TENSIONES INDUCIDAS EN LAS PANTALLAS 6

4.1. Escenarios de cortocircuito considerados 6

4.2. Resistencias de puesta a tierra 6

4.3. Corrientes de cortocircuito de la red 7

4.4. Resultados de las simulaciones 8

4.4.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito trifásico en subestación . 8

4.4.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico en subestación 9

4.4.3. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debido a cebado a inverso en apoyos de línea aérea 9

4.4.4. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor en línea aérea 10

4.5. Sobretensiones temporales máximas. Resumen de resultados 11

4.6. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales 11

4.7. Criterios generales para la selección de los limitadores de sobretensiones . 12

5. SELECCIÓN DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIONES 13

5.1. Requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a instalar 13

5.2. Propuesta de selección de limitadores de sobretensiones en pantallas 15

5.2.1. Tensión asignada de limitador de sobretensiones en pantallas 15

5.2.2. Longitud máxima de los cables de conexión a tierra de las pantallas 15

6. CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME. 16

ANEXO A BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 17

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1. OBJETO DEL INFORME

El objeto de este informe es evaluar, a petición de ENDESA INGENIERÍA (en adelante, ENDESA), las sobretensiones temporales debidas a cortocircuitos, que aparecen en las pantallas de los cables de la línea de simple circuito y 220 kV que enlaza la subestación Foradada con la subestación Escalona. Adicionalmente se indican los requisitos mínimos que deben tener los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a utilizar en la línea, realizando una propuesta de selección de la tensión asignada de los mismos conforme a los criterios indicados en la guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas [8], realizada por Red Eléctrica de España.

2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.

Con el objetivo de evitar pérdidas de potencia en las pantallas de los cables de alta tensión, debidas a las corrientes de circulación en régimen de servicio continuo, se utilizan diferentes sistemas de puesta a tierra de las pantallas: single-point (SP) y cross-bonding (CB).

Las tensiones inducidas en las pantallas en régimen permanente para estas configuraciones de pantalla no son críticas. Sin embargo, cuando un cortocircuito tiene lugar en la red de alta tensión, aparecen sobretensiones significativas en las pantallas, especialmente en los accesorios de cable no conectadas directamente a tierra. En los instantes iniciales del cortocircuito, tienen lugar transitorios de tensión amortiguados, de algunas decenas de kilohercios (frecuencias características similares a las del rayo) y alguna decena de kilovoltio, superpuestas con la tensión temporal (de 50 Hz) (ver Figura 1). Ambas sobretensiones, transitoria y temporal provocan solicitaciones significativas que deben ser consideradas en la coordinación de aislamiento de los cables, cajas de conexión de pantallas de cables y limitadores de sobretensiones de pantalla.

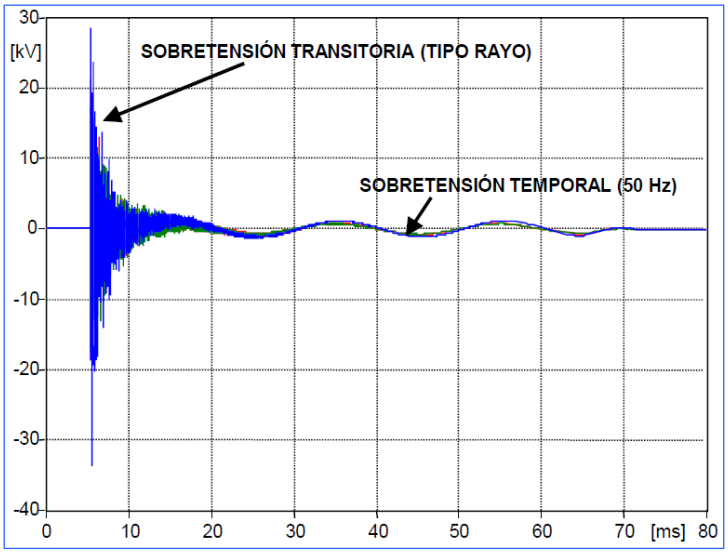


Figura 1. Evolución de la tensión en una pantalla de cable como consecuencia de una falta.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según la información que ha sido aportada por ENDESA y analizada por el LCOE, la instalación objeto de estudio consta de una línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito y 220 kV, que enlaza la subestación Foradada con la subestación Escalona. La línea consta de dos secciones (ver Tabla 1), con una configuración de puesta a tierra de las pantallas conforme se muestra en la Figura 2.

Tabla 1. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Escalona.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-1N(*)	Aislado SP[1]	FORADADA – AP.T-1N(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	62	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-1N – ESCALONA	Aéreo	AP.T-1N – ESCALONA	LA 380 GULL (símplex)	Apoyo tipo CAPA	20.896 (43 vanos)	1x OPGW 48FO (17 kA) 1x AW 7Nº8 AW

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

El cable de potencia utilizado en la línea es un cable de potencia de aislamiento XLPE con conductor principal de cobre de 2000 mm^2 de sección y pantalla de tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección. El cable de acompañamiento utilizado en la sección single-point es unipolar aislado de 240 mm^2 de sección de cobre, estando traspuesto en el punto medio de la sección. Los cables están instalados al tresbolillo bajo tubo en zanja normalizada REE, con una separación entre fases de 0.32 m.

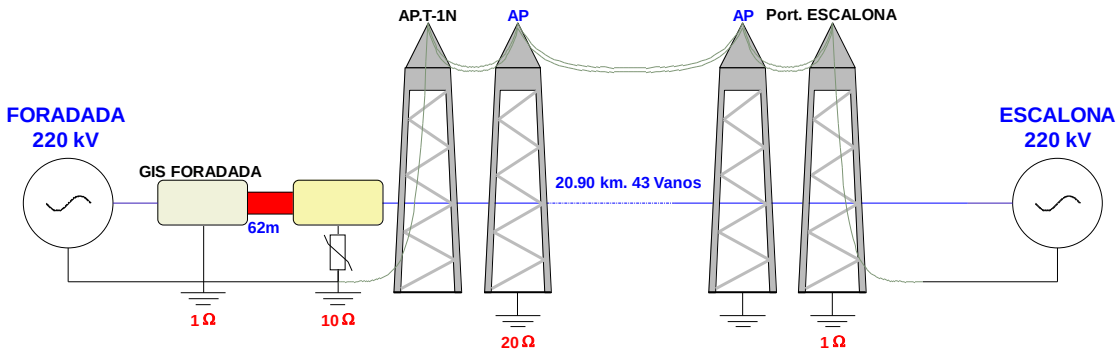


Figura 2. Esquema resumen correspondiente a la línea subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada y Escalona.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

[1] *SP: Single-Point*

4. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE PROGRAMA SPACS DE ANÁLISIS DE TENSIONES INDUCIDAS EN LAS PANTALLAS.

Para la simulación de las sobretensiones objeto de estudio, se ha utilizado el programa **SPACS**, desarrollado por LCOE para el cálculo de las tensiones inducidas en pantallas. Se ha considerado la totalidad de la línea entre las subestaciones extremas, simulando ambas subestaciones con su respectivo equivalente Thévenin conectado a la resistencia de puesta a tierra de la subestación. Para cada tramo se ha considerado el tipo de cable que corresponde con los datos facilitados.

4.1. Escenarios de cortocircuito considerados

Se han estudiado los siguientes escenarios de cortocircuito:

- Falta trifásica y falta monofásica en las subestaciones Foradada y Escalona.
- Falta monofásica en las subestaciones Foradada y Escalona, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a cebado inverso en todos los apoyos de línea aérea, incluyendo los apoyos de conversión aéreo subterráneos AP.T-1N, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a caída de conductor en todos los vanos de línea aérea, por el lado de la subestación Foradada, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a caída de conductor en todos los vanos de línea aérea, por el lado de la subestación Escalona, en cada una de las tres fases.

Los cálculos se han realizado considerando aportes de corriente tanto desde la subestación Foradada como desde la subestación Escalona, aportando ambas a la vez.

4.2. Resistencias de puesta a tierra

En la Tabla 2 se muestran los valores de resistencia de puesta a tierra facilitados por ENDESA (o estimados cuando no existen datos). Para los valores de resistencia de puesta a tierra no conocidos, se ha considerado un valor de 1 Ω para las subestaciones, 10 Ω para los apoyos de conversión aéreo-subterráneos y de 20 Ω para los apoyos intermedios de las líneas aéreas.

Se han considerado 3 escenarios de valores de resistencia de puesta a tierra:

- Caso 1: Valores de resistencia de puesta a tierra facilitados o estimados.
- Caso 2: 50% de los valores considerados en el caso 1.
- Caso 3: 150% de los valores considerados en el caso 1.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 2. Valores de resistencias de puesta a tierra considerados.

ACCESORIO	Rpat (Ω)		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
FORADADA	1.0	0.5	1.5
AP.T-1N	10.0	5.0	15.0
ESCALONA	1.0	0.5	1.5
APOYOS LÍNEA AÉREA	20.0	10.0	30.0

4.3. Corrientes de cortocircuito de la red

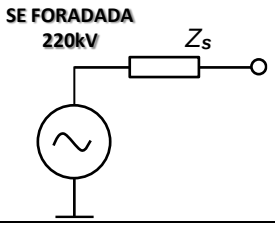
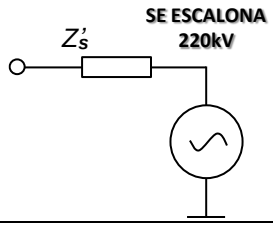
Las inyecciones de corrientes de cortocircuito se han modelado como una fuente Thévenin (fuente de tensión en serie con impedancia de cortocircuito Z_s) para las subestaciones de Foradada y Escalona, siendo calculadas en base a las corrientes de cortocircuitos procedentes de datos de REE y suministradas por ENDESA. Estas corrientes de cortocircuito se indican en la Tabla 3. El esquema de la fuente, así como los valores de las impedancias de secuencia calculadas se resumen en la Tabla 4.

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito trifásicas y monofásicas en las distintas subestaciones.

Icc	FORADADA	Módulo (kA)	Ángulo (º)
Trifásica	**Total en S/E**	19.14	-81.97
	Aportación L/Escalona	4.54	-80.22
Monofásica	**Total en S/E**	15.37	-79.31
	Aportación L/Escalona	3.74	-76.87

Icc	ESCALONA	Módulo (kA)	Ángulo (º)
Trifásica	**Total en S/E**	11.78	-80.7
	Aportación L/ Foradada	6.56	-80.65
Monofásica	**Total en S/E**	9.92	-77.89
	Aportación L/ Foradada	4.90	-77.56

Tabla 4. Esquemas e impedancias de secuencia serie (Zs) y paralelo(Zp) de fuente (Z_0: impedancia de secuencia homopolar. Z_1: impedancia de secuencia directa).

Impedancias de secuencia	FORADADA	ESCALONA
	Zs	Z's
Z_0	3.423 + j14.869 Ω	8.848 + j32.177 Ω
Z_1	1.133 + j8.626 Ω	3.909 + j24.036 Ω
Esquema equivalente de subestación		

Donde:

- Zs: Impedancia de cortocircuito serie, calculada para la subestación Foradada, teniendo en cuenta los datos de corriente de cortocircuito de la línea Foradada – Escalona.
- Z's: Impedancia de cortocircuito serie, calculada para la subestación Escalona, teniendo en cuenta los datos de corriente de cortocircuito de la línea Foradada – Escalona.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.4. Impedancias de secuencia de la línea

En la Tabla 5 se muestran las impedancias de secuencia calculadas para la línea Foradada – Escalona. Estas impedancias corresponden a la totalidad de la línea entre subestaciones extremas.

Tabla 5. Impedancias de secuencia calculadas.

Línea	Impedancia de secuencia directa, Z1 (Ω)	Impedancia de secuencia inversa, Z2 (Ω)	Impedancia de secuencia homopolar, Z0 (Ω)
Foradada – Escalona	2.2434 + 8.8619j	2.2434 + 8.8619j	7.4586 +20.0720j

4.5. Resultados de las simulaciones

En este apartado se muestran los resultados obtenidos de todas las simulaciones realizadas, para los escenarios de cortocircuito indicados en el apartado 4.1 y para los tres casos de resistencia de puesta a tierra indicados en el apartado 4.2. En las tablas de resultados se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente. Las tensiones absolutas mostradas (U_{abs}) corresponden a valores referidos respecto de una tierra remota y son las tensiones a las que están solicitadas las cubiertas. Las tensiones locales (U_{local}) corresponden a los valores de tensión vistos por los limitadores de sobretensiones.

4.5.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito trifásico en subestación

En las siguientes tablas se resumen los resultados obtenidos para los cortocircuitos trifásicos simulados en las subestaciones Foradada y Escalona. En la Tabla 6 se muestran las intensidades de cortocircuito obtenidas mientras que en la Tabla 7 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 6. Cortocircuito trifásico en las distintas subestaciones: Intensidades de cortocircuito obtenidas.

		CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO EN	
		FORADADA	**ESCALONA**
Icc (kA)	**Total en S/E**	18.5	12.6
	Aportación L/ Foradada – Escalona	3.85	7.35

Tabla 7. Línea **Foradada – Escalona. Cortocircuito trifásico** en las distintas subestaciones. Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	0.12	0.07	0.18	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00
AP.T-1N	0.16	0.11	0.21	0.06	0.06	0.06	0.21	0.06

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.5.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico en subestación

En las siguientes tablas se resumen los resultados obtenidos para los cortocircuitos monofásicos simulados en las subestaciones Foradada y Escalona, para las tres fases. En la Tabla 8 se muestran las intensidades de cortocircuito obtenidas, mientras que en la Tabla 9 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 8. Cortocircuito monofásico en las distintas subestaciones: Intensidades de cortocircuito obtenidas.

		CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO EN:					
		FORADADA			ESCALONA		
	FASE	0	4	8	0	4	8
Icc (kA)	Total en S/E	14.8	14.8	14.8	9.99	10.1	10.1
	Aportación L/ Foradada – Escalona	3.10	3.13	3.13	5.42	5.52	5.49

Tabla 9. Línea **Foradada – Escalona**. **Cortocircuito monofásico** en las distintas subestaciones. Valores máximos de las tensiones de pantallas absolutas y locales obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	2.29	1.23	3.27	0.00	0.00	0.00	3.27	0.00
AP.T-1N	2.30	1.24	3.28	0.08	0.08	0.08	3.28	0.08

4.5.3. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debido a cebado a inverso en apoyos de línea aérea

Se han analizado las sobretensiones temporales en el caso de cortocircuito monofásico debido cebado inverso en apoyos de línea aérea. El cortocircuito se ha calculado en todos los apoyos de la línea, incluyendo el apoyo de conversión aéreo subterráneo AP.T-1N, recogiendo el caso más desfavorable.

En la Tabla 10 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 10. Línea **Foradada – Escalona**. **Cortocircuito monofásico debido a cebado inverso** en todos los apoyos de línea aérea: Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), y en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	3.22	1.96	4.18	0.00	0.00	0.00	4.18	0.00
AP.T-1N	3.24	1.98	4.20	0.27	0.28	0.27	4.20	0.28

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.5.4. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor en línea aérea

Se han analizado las sobretensiones temporales en el caso de cortocircuito monofásico debido a caída de conductor en línea aérea. El cortocircuito se ha calculado en todos los vanos de la línea, recogiendo el caso más desfavorable. La resistencia de falta considerada ha sido de 15 Ω.

4.5.4.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor por el lado de la subestación Foradada

En la Tabla 11 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 11. Línea **Foradada – Escalona**. **Cortocircuito monofásico debido caída de conductor** por el lado de la **subestación Foradada.** Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	4.16	2.27	5.83	0.00	0.00	0.00	5.83	0.00
AP.T-1N	4.18	2.29	5.85	0.07	0.08	0.07	5.85	0.08

4.5.4.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor por el lado de la subestación Escalona

En la Tabla 12 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 12. Línea **Foradada – Escalona**. **Cortocircuito monofásico debido caída de conductor** por el lado de la **subestación Escalona.** Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	1.05	0.57	1.48	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00
AP.T-1N	1.05	0.57	1.48	0.01	0.01	0.01	1.48	0.01

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.6. Sobretensiones temporales máximas. Resumen de resultados

En la Tabla 13 se resumen los **valores máximos** de las tensiones de pantallas absolutas y locales, obtenidas en todos los accesorios, para todos los **cortocircuitos** simulados.

Tabla 13. Valores máximos de las tensiones de pantallas absolutas y locales, obtenidas para todos los cortocircuitos simulados.

Accesorio	U_{abs}(kV)	U_{local}(kV)
FORADADA	5.83	0.00
AP.T-1N	5.85	0.28

Las sobretensiones temporales absolutas máximas no superan los 5.85 kV mientras que las sobretensiones temporales locales máximas no superan los 0.28 kV.

4.7. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales

Para comprobar que la máxima sobretensión temporal absoluta obtenida de las simulaciones es inferior a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable, se debe cumplir, para todos los accesorios de la línea, la siguiente condición:

$$CS_{temp} = \frac{U_{rw\_AC}}{U_{temp\_max\ \_abs}} \geq 1{,}10^{(1)}$$

(1) Según el apartado 4.4 del documento REE/NORM/2017/35.

Donde:

- U_{rw_AC} = *Tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.*
- $U_{temp\_max\_abs}$ = *Sobretensión temporal máxima absoluta obtenida de las simulaciones realizadas.*
- CS_{temp} = *Coeficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como, por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.*

Tabla 14. Línea **Escalona – Foradada**. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables.

Accesorio	$U_{temp\_max\_abs}$ (kV)	$U_{(rw\_AC)}$(kV)	CS_{temp}
FORADADA	5.83	20.0	3.4
AP.T-1N	5.85	20.0	3.4

A la vista de los resultados mostrados en la tabla anterior, se determina que la máxima sobretensión temporal absoluta obtenida **es inferior** a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.8. Criterios generales para la selección de los limitadores de sobretensiones

La elección de los limitadores de sobretensiones (LTP's) se basa en los criterios indicados en la guía de dimensionamiento [8], de Red Eléctrica de España. Como resumen se indican a continuación los principios generales en los que se basa esta guía:

a. La tensión asignada del limitador U_r (valor eficaz de la tensión de 50 Hz que el limitador es capaz de soportar durante 10 segundos) ha de ser superior al mayor de los valores de sobretensiones obtenidas.
b. El margen de protección MP, obtenido para un limitador de tensión asignada dada U_r ha de ser suficiente (MP ≥15 %, según UNE-EN IEC 60071-2:2018 sobre Coordinación de Aislamiento).
c. Este margen de protección se obtiene de la expresión siguiente:

$$MP = \frac{NA - NP}{NP} \times 100$$

Siendo:

MP: Margen de protección (%)
NA: Nivel de aislamiento (kV)
NP: Nivel de protección (kV)

d. El nivel de aislamiento NA, según UNE 211067-1 tabla G.1, sería de 47,5 kV entre pantalla y tierra (nivel que debería soportar la cubierta del cable) y de 95 kV entre partes (nivel que debería soportar el aislamiento entre dos pantallas distintas, por ejemplo, en el caso de un cruzamiento de pantallas). No obstante, a efectos prácticos, conviene considerar un nivel de aislamiento inferior, con el fin de tener en cuenta las imperfecciones que existan en los aislamientos una vez montados en campo.
e. El nivel de protección NP, depende de la tensión asignada del limitador U_r y del fabricante del mismo. Este nivel de protección varía normalmente entre 2,8 veces y 3,2 veces la tensión asignada: NP = (2,8÷3,2) x U_r. Este nivel de protección NP debe ser incrementado, no obstante, para tener en cuenta las sobretensiones adicionales debidas a las conexiones entre las pantallas de los cables y los limitadores de sobretensiones.
f. En caso de no cumplirse la condición anterior (MP <15 %,), cabe la posibilidad de elegir un limitador de sobretensiones, con una tensión asignada Ur inferior, considerando la tensión de 50 Hz que es capaz de soportar durante 1 segundo. Esta tensión, aunque depende del fabricante, suele ser un 20% superior a la tensión asignada U_r.
g. Siempre que se cumpla el nivel de aislamiento requerido (criterio "b") y la tensión asignada del limitador U_r cumpla el criterio "a", conviene elegir el limitador de sobretensiones con mayor U_r posible, de modo que sea válido para incrementos futuros de las corrientes de cortocircuitos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5. SELECCIÓN DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIONES

5.1. Requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a instalar

En base a los resultados obtenidos en el apartado 4.4 y teniendo en cuenta los criterios tanto del apartado 4.8 como de la guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) [8], en la Tabla 15 se presentan, para los accesorios de la línea de simple circuito **Foradada - Escalona**, los valores máximos de las tensiones de pantalla locales obtenidas en los accesorios provistos de limitadores de sobretensiones, para todo el conjunto de cortocircuitos trifásicos y monofásicos simulados. Así mismo, se muestran los requisitos mínimos que deben cumplir los LTP a instalar, para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Tabla 15. Línea **Foradada - Escalona**: Valores máximos de las tensiones locales obtenidas para todos los cortocircuitos calculados y requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones a instalar; para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Accesorio	$U_{local\ máx}$ (kV)	Tipo de accesorio	Mínima tensión asignada del limitador $U_{r_{LTP}}$ (1) (kV)	$\frac{U_{r_{LTP}}}{U_{local\ máx}}$ (2)	Tensión residual limitador U_{res} (kV) (Onda 8/20 µs) (10kA)
FORADADA	0.00	--	--	--	--
AP.T-1N	0.28	Apoyo PAS-SP	≥ 3.00	≥ 1.10	Ver Gráfico 1

(1) Según el apartado 5.5 del documento REE/NORM/2017/35.
(2) Según el apartado 4.3 del documento REE/NORM/2017/35.

En los siguientes gráficos se indican, para cada tipo de accesorio con pantalla protegida por limitador, el rango de valores de tensiones residuales (U_{res}) de los limitadores de sobretensiones que condicionan las longitudes máximas de instalación del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión de pantallas donde se encuentra instalado el limitador.

COGITISE verifica este informe e integridad: https://www.cogitise.es/verifica
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352450*

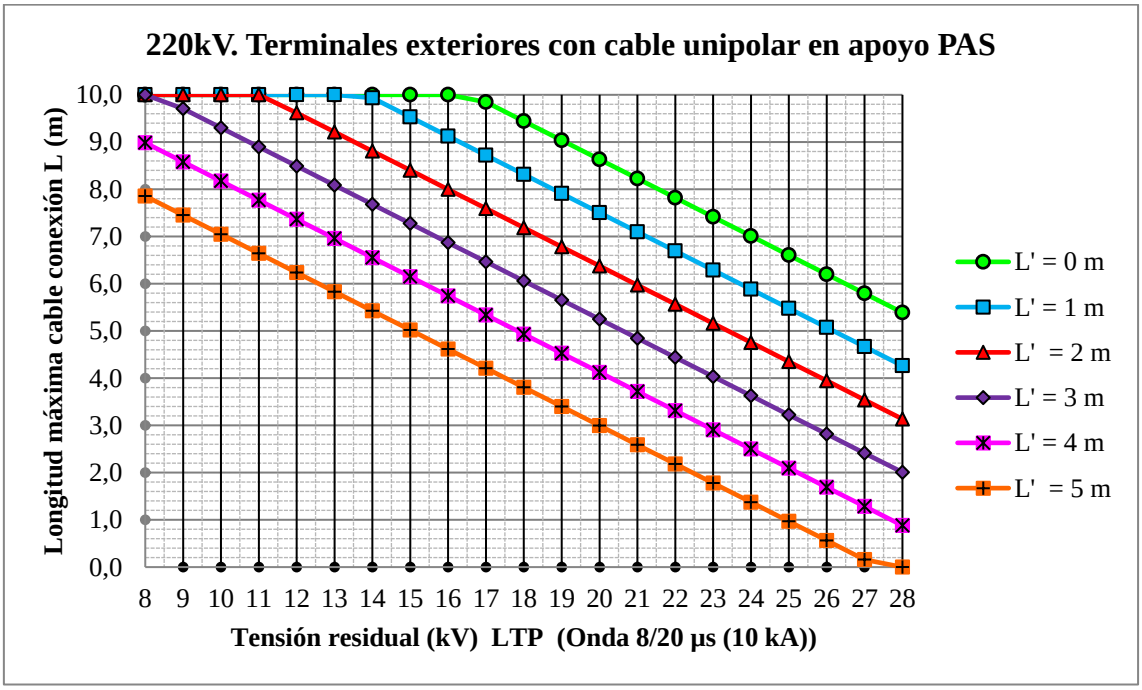
Accesorio AP.T-1N

Accesorio	AP.T-1N	
Tipo de pantalla	Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS	
Tipo de cable de conexión de pantallas *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 0.55 µH/m	
Tipo de cable de conexión adicional *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 1.00 µH/m	
Impedancia característica del cable de potencia *(ver nota 2)*	**Z_c (Ω)**	24.4

Nota 1: Valores según la Tabla 10 del documento REE/NORM/2017/35.

Nota 2: Valor obtenido por cálculo mediante los parámetros del cable de potencia según su ficha técnica.

Gráfico 1. Longitud del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión, en función de la tensión residual del limitador, para un accesorio del tipo: Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS (Aplicable al accesorio AP.T-1N).



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.2. Propuesta de selección de limitadores de sobretensiones en pantallas

5.2.1. Tensión asignada de limitador de sobretensiones en pantallas

En base a los valores máximos de las tensiones de pantalla locales obtenidas en los accesorios provistos de LTP y teniendo en cuenta los requisitos mínimos (indicados en el apartado anterior) que deben cumplir los LTP a instalar; a continuación, se muestra una propuesta de selección de LTP para la línea de simple circuito **Foradada - Escalona.**

Tabla 16. Línea **Foradada - Escalona**: Valores máximos de las tensiones locales obtenidas para todos los cortocircuitos calculados y tensiones asignadas (U_r) propuestas de los modelos de los limitadores de sobretensiones, para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Accesorio	$U_{local\ máx}$ (kV)	Tipo de accesorio	Tensión asignada del limitador $U_{r_{LTP}}$ (kV)	$\frac{U_{r_{LTP}}}{U_{local\ máx}}$	Tensión residual limitador U_{res} (kV) (Onda 8/20 µs) (10kA)
FORADADA	0.00	--	--	--	--
AP.T-1N	0.28	Apoyo PAS-SP	3.00	11.54	8.40 (1)

(1) *Tensión residual calculada como 2.8·Ur.*

5.2.2. Longitud máxima de los cables de conexión a tierra de las pantallas

A continuación, se muestra, para cada accesorio con pantalla protegida por limitador de la línea **Escalona - Foradada**, la longitud máxima del cable de conexión entre el accesorio y la caja de puesta a tierra, para la propuesta de limitadores realizada en la Tabla 16.

Tabla 17. Longitud máxima del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión, para el accesorio AP.T-1N.

Accesorios	AP.T-1N						
Tipo de pantalla	Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS						
Tipo de cable de conexión de pantallas *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 0,55 µH/m						
Tipo de cable de conexión adicional *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 1.00 µH/m						
Impedancia característica del cable de potencia *(ver nota 2)*	**Z_c (Ω)**	24.4					
Tensión residual (Onda 8/20 µs (10 kA)) del LTP propuesto	**U_{res} (kV)**	8.40 (1)					
Longitud del cable de unión entre el terminal y la caja de conexión de las pantallas *(ver nota 3)*	**L (m)**	10.0	10.0	10.0	9.95	8.80	7.70
Longitud del cable adicional que une la caja de conexión con la estructura del apoyo de paso aéreo-subterráneo *(ver nota 3)*	**L'(m)**	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

(1) *Tensión residual del limitador calculada como 2.8·Ur. Una vez elegido el modelo del LTP a instalar, se aconseja obtener la longitud máxima a través del Gráfico 1.*

Nota 1: Valores según la Tabla 10 del documento REE/NORM/2017/35.

Nota 2: Valor obtenido por cálculo mediante los parámetros del cable de potencia según su ficha técnica.

Nota 3: En ningún caso la longitud propuesta del cable de conexión superará los 10 m (conforme a la Norma UNE 211067-1:2017).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6. CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME.

Teniendo presentes los análisis realizados en el presente informe, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. En la línea Foradada – Escalona, las sobretensiones temporales absolutas máximas no superan los 5.85 kV para todos los cortocircuitos estudiados.
2. La máxima sobretensión temporal absoluta es inferior a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.
3. En la línea Foradada – Escalona, las sobretensiones temporales locales máximas en terminales de los limitadores no superan los 0.28 kV para todos los cortocircuitos estudiados.
4. Los requisitos mínimos que deben cumplir los limitadores de sobretensiones de pantallas a instalar en la línea Foradada – Escalona, se indican en el apartado 5.1.
5. Se realiza una propuesta de selección de la tensión asignada de los limitadores de sobretensiones de pantalla a instalar, según la Tabla 16 de este informe.
6. La longitud máxima del cable entre el accesorio y la caja de conexión para cada accesorio con pantalla protegida con limitador y para la propuesta de limitadores realizada en la Tabla 16, se muestra en el apartado 5.2.2. de este informe.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, se emite el presente informe en Madrid a siete de diciembre de dos mil veintitrés.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO A
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

[1]. The design of specially bonded cable systems. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 28. 1973.

[2]. The design of specially bonded cable systems. Part II. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 47. 1976.

[3]. Guide of the protection of specially bonded cable systems against sheath overvoltages. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 128. 1990.

[4]. IEEE Guide for the Application of Sheath-Bonding Methods for Single-Conductor Cables and the Calculation of Induced Voltages and Currents in Cable Sheaths. ANSI/IEEE Std 575-1988.

[5]. Characteristics and reduction of sheath circulating currents in underground power cable systems. C.K. Jung and, J.B. Lee, J.W. Kang, Xinheng Wang, Young-Hua Song, International Journal of Emerging Electric Power Systems. Volume 1, issue 1, 2004. Article 1005.

[6]. "Special Bonding of High Voltage Power Cables". CIGRE BROCHURE Nº 283. Working Group B1.18. October 2005.

[7]. "Slim Cables compact cross-bonding and corrected distance protection" B1-112 Session 2004 CIGRE.

[8]. Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas. Red Eléctrica de España. Ed. 1 (08/08/2017). Referencia REE/NORM/2017/35.

[9]. IEEE Std 575-2014 (Revision of IEEE Std 575-1988): "IEEE Guide for Bonding Shields and Sheaths of Single-Conductor Power Cables Rated 5 kV through 500 kV". June 2014.

[10]. UNE-EN 60229:2009. Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión. Equivalente a CEI 60229.

[11]. UNE-EN IEC 60071-2:2018. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

[12]. UNE 211067-1:2017. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (U_m = 170 kV) hasta 400 kV (U_m = 420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. °244352445O°
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

LCOE
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Estudio de sobretensiones temporales en las pantallas de los cables, debidas a cortocircuitos en la línea de simple circuito de 220 kV:

FORADADA – SESUÉ

07 de diciembre de 2023

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Informe nº2023103J0638

Abderrahim Khamlichi
Responsable Técnico

José Vidal Losada
Ingeniero I+D+i

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL
LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
Centro Tecnológico de Alta Tensión
C/ Eric Kandel, 1 – 28906 Getafe (Madrid)
Teléfono: +34 91 491 81 68

Control de revisiones

Versión	Fecha	Motivo
1	07/12/2023	Edición inicial del documento

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ÍNDICE

1. OBJETO DEL INFORME 4

2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA. 4

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 5

4. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE PROGRAMA SPACS DE ANÁLISIS DE TENSIONES INDUCIDAS EN LAS PANTALLAS 6

4.1. Escenarios de cortocircuito considerados 6

4.2. Resistencias de puesta a tierra 6

4.3. Corrientes de cortocircuito de la red 7

4.4. Resultados de las simulaciones 8

4.4.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito trifásico en subestación . 8

4.4.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico en subestación 9

4.4.3. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debido a cebado a inverso en apoyos de línea aérea 9

4.4.4. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor en línea aérea 10

4.5. Sobretensiones temporales máximas. Resumen de resultados 11

4.6. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales 11

4.7. Criterios generales para la selección de los limitadores de sobretensiones . 12

5. SELECCIÓN DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIONES 13

5.1. Requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a instalar 13

5.2. Propuesta de selección de limitadores de sobretensiones en pantallas 15

5.2.1. Tensión asignada de limitador de sobretensiones en pantallas 15

5.2.2. Longitud máxima de los cables de conexión a tierra de las pantallas 15

6. CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME. 16

ANEXO A BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 17

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1. OBJETO DEL INFORME

El objeto de este informe es evaluar, a petición de ENDESA INGENIERÍA (en adelante, ENDESA), las sobretensiones temporales debidas a cortocircuitos, que aparecen en las pantallas de los cables de la línea de simple circuito y 220 kV que enlaza la subestación Foradada con la subestación Sesué. Adicionalmente se indican los requisitos mínimos que deben tener los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a utilizar en la línea, realizando una propuesta de selección de la tensión asignada de los mismos conforme a los criterios indicados en la guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas [8], realizada por Red Eléctrica de España.

2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.

Con el objetivo de evitar pérdidas de potencia en las pantallas de los cables de alta tensión, debidas a las corrientes de circulación en régimen de servicio continuo, se utilizan diferentes sistemas de puesta a tierra de las pantallas: single-point (SP) y cross-bonding (CB).

Las tensiones inducidas en las pantallas en régimen permanente para estas configuraciones de pantalla no son críticas. Sin embargo, cuando un cortocircuito tiene lugar en la red de alta tensión, aparecen sobretensiones significativas en las pantallas, especialmente en los accesorios de cable no conectadas directamente a tierra. En los instantes iniciales del cortocircuito, tienen lugar transitorios de tensión amortiguados, de algunas decenas de kilohercios (frecuencias características similares a las del rayo) y alguna decena de kilovoltio, superpuestas con la tensión temporal (de 50 Hz) (ver Figura 1). Ambas sobretensiones, transitoria y temporal provocan solicitaciones significativas que deben ser consideradas en la coordinación de aislamiento de los cables, cajas de conexión de pantallas de cables y limitadores de sobretensiones de pantalla.

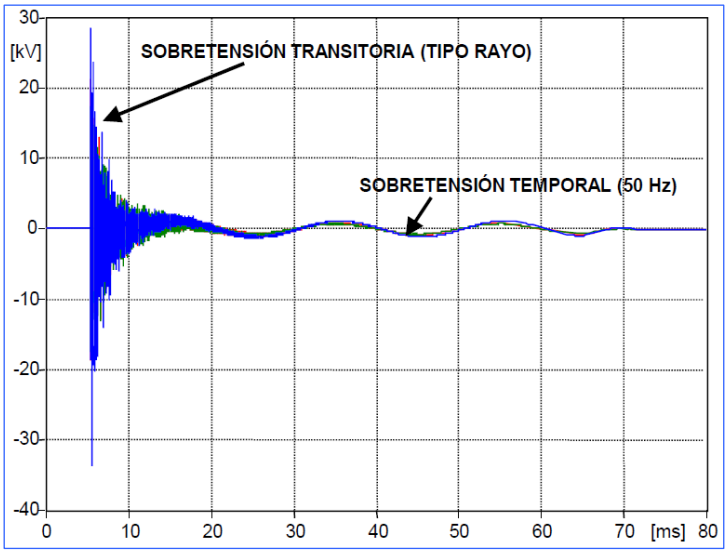


Figura 1. Evolución de la tensión en una pantalla de cable como consecuencia de una falta.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según la información que ha sido aportada por ENDESA y analizada por el LCOE, la instalación objeto de estudio consta de una línea mixta aéreo-subterránea de simple circuito y 220 kV, que enlaza la subestación Foradada con la subestación Sesué. La línea consta de dos secciones (ver Tabla 1), con una configuración de puesta a tierra de las pantallas conforme se muestra en la Figura 2.

Tabla 1. Datos de la línea de simple circuito Foradada – Sesué.

Sección	Tipo	Subsección	Cable Potencia-Conductor aéreo	Configuración Zanja-Apoyo línea aérea	Longitud (m)	Cable Equipotencial-Cable Tierra
FORADADA – AP.T-2N(*)	Aislado SP[1]	FORADADA – AP.T-2N(*)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 kV 1x2000M+T375AL	TRESBOLILLO DC Zanja Tipo Entubada 220 kV.	48	1x RZ1 (AS) 240Cu 0,6/1kV
AP.T-2N – SESUÉ	Aéreo	AP.T-2N – SESUÉ	LA 380 GULL (símplex)	Apoyo tipo TRESBOLILLO	19352 (66 vanos)	1x OPGW 48FO (17 kA)

(*) *Posición de los LTP en la sección single-point.*

El cable de potencia utilizado en la línea es un cable de potencia de aislamiento XLPE con conductor principal de cobre de 2000 mm^2 de sección y pantalla de tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección. El cable de acompañamiento utilizado en la sección single-point es unipolar aislado de 240 mm^2 de sección de cobre, estando traspuesto en el punto medio de la sección. Los cables están instalados al tresbolillo bajo tubo en zanja normalizada REE, con una separación entre fases de 0.32 m.

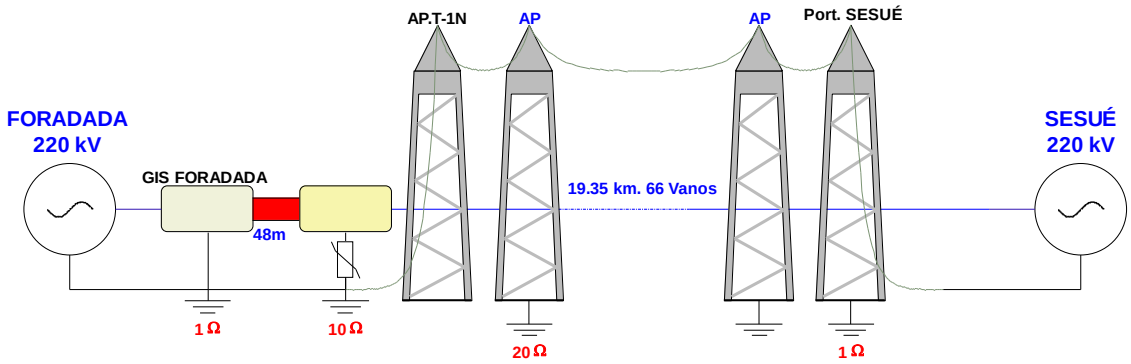


Figura 2. Esquema resumen correspondiente a la línea subterránea de simple circuito entre las subestaciones Foradada y Sesué.

[1] *SP:Single-Point*

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4. ESTUDIO DETALLADO MEDIANTE PROGRAMA SPACS DE ANÁLISIS DE TENSIONES INDUCIDAS EN LAS PANTALLAS.

Para la simulación de las sobretensiones objeto de estudio, se ha utilizado el programa **SPACS**, desarrollado por LCOE para el cálculo de las tensiones inducidas en pantallas. Se ha considerado la totalidad de la línea entre las subestaciones extremas, simulando ambas subestaciones con su respectivo equivalente Thévenin conectado a la resistencia de puesta a tierra de la subestación. Para cada tramo se ha considerado el tipo de cable que corresponde con los datos facilitados.

4.1. Escenarios de cortocircuito considerados

Se han estudiado los siguientes escenarios de cortocircuito:

- Falta trifásica y falta monofásica en las subestaciones Foradada y Sesué.
- Falta monofásica en las subestaciones Foradada y Sesué, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a cebado inverso en todos los apoyos de línea aérea, incluyendo los apoyos de conversión aéreo subterráneos AP.T-2N, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a caída de conductor en todos los vanos de línea aérea, por el lado de la subestación Foradada, en cada una de las tres fases.
- Falta monofásica debida a caída de conductor en todos los vanos de línea aérea, por el lado de la subestación Sesué, en cada una de las tres fases.

Los cálculos se han realizado considerando aportes de corriente tanto desde la subestación Foradada como desde la subestación Sesué, aportando ambas a la vez.

4.2. Resistencias de puesta a tierra

En la Tabla 2 se muestran los valores de resistencia de puesta a tierra facilitados por ENDESA (o estimados cuando no existen datos). Para los valores de resistencia de puesta a tierra no conocidos, se ha considerado un valor de 1 Ω para las subestaciones, 10 Ω para los apoyos de conversión aéreo-subterráneos y de 20 Ω para los apoyos intermedios de las líneas aéreas.

Se han considerado 3 escenarios de valores de resistencia de puesta a tierra:

- Caso 1: Valores de resistencia de puesta a tierra facilitados o estimados.
- Caso 2: 50% de los valores considerados en el caso 1.
- Caso 3: 150% de los valores considerados en el caso 1.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 2. Valores de resistencias de puesta a tierra considerados.

ACCESORIO	Rpat (Ω)		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
FORADADA	1.0	0.5	1.5
AP.T-2N	10.0	5.0	15.0
SESUÉ	1.0	0.5	1.5
APOYOS LÍNEA AÉREA	20.0	10.0	30.0

4.3. Corrientes de cortocircuito de la red

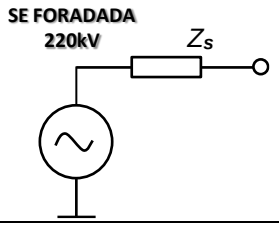
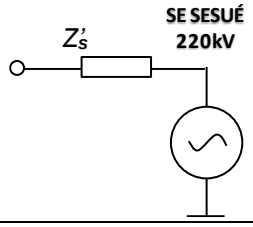
Las inyecciones de corrientes de cortocircuito se han modelado como una fuente Thévenin (fuente de tensión en serie con impedancia de cortocircuito Z_s) para las subestaciones de Foradada y Sesué, siendo calculadas en base a las corrientes de cortocircuitos procedentes de datos de REE y suministradas por ENDESA. Estas corrientes de cortocircuito se indican en la Tabla 3. El esquema de la fuente, así como los valores de las impedancias de secuencia calculadas se resumen en la Tabla 4.

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito trifásicas y monofásicas en las distintas subestaciones.

Icc	FORADADA	Módulo (kA)	Ángulo (º)
Trifásica	**Total en S/E**	19.14	-81.97
	Aportación L/Sesué	1.66	-87.36
Monofásica	**Total en S/E**	15.37	-79.31
	Aportación L/Sesué	2.08	-83.98

Icc	SESUÉ	Módulo (kA)	Ángulo (º)
Trifásica	**Total en S/E**	8.94	-81.2
	Aportación L/ Foradada	7.44	-79.75
Monofásica	**Total en S/E**	7.95	-81.21
	Aportación L/ Foradada	5.57	-78.09

Tabla 4. Esquemas e impedancias de secuencia serie (Zs) de fuente (Z_0: impedancia de secuencia homopolar. Z_1: impedancia de secuencia directa).

Impedancias de secuencia	FORADADA	SESUÉ
	Zs	**Z's**
Z_0	3.335 + j12.92 Ω	1.723 + j64.607 Ω
Z_1	1.078 + j7.182 Ω	2.441 + j83.687 Ω
Esquema equivalente de subestación		

Donde:

- Zs: Impedancia de cortocircuito serie, calculada para la subestación Foradada, teniendo en cuenta los datos de corriente de cortocircuito de la línea Foradada – Sesué.
- Z's: Impedancia de cortocircuito serie, calculada para la subestación Sesué, teniendo en cuenta los datos de corriente de cortocircuito de la línea Foradada – Sesué.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. °244352445O°
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.4. Impedancias de secuencia de la línea

En la Tabla 5 se muestran las impedancias de secuencia calculadas para la línea Foradada – Sesué. Estas impedancias corresponden a la totalidad de la línea entre subestaciones extremas.

Tabla 5. Impedancias de secuencia calculadas.

Línea	Impedancia de secuencia directa, Z1 (Ω)	Impedancia de secuencia inversa, Z2 (Ω)	Impedancia de secuencia homopolar, Z0 (Ω)
Foradada – Sesué	2.0680 + 8.3610j	2.0680 + 8.3610j	5.8709 +20.4840j

4.5. Resultados de las simulaciones

En este apartado se muestran los resultados obtenidos de todas las simulaciones realizadas, para los escenarios de cortocircuito indicados en el apartado 4.1 y para los tres casos de resistencia de puesta a tierra indicados en el apartado 4.2. En las tablas de resultados se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente. Las tensiones absolutas mostradas (U_{abs}) corresponden a valores referidos respecto de una tierra remota y son las tensiones a las que están solicitadas las cubiertas. Las tensiones locales (U_{local}) corresponden a los valores de tensión vistos por los limitadores de sobretensiones.

4.5.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito trifásico en subestación

En las siguientes tablas se resumen los resultados obtenidos para los cortocircuitos trifásicos simulados en las subestaciones Foradada y Sesué. En la Tabla 6 se muestran las intensidades de cortocircuito obtenidas mientras que en la Tabla 7 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 6. Cortocircuito trifásico en las distintas subestaciones: Intensidades de cortocircuito obtenidas.

		CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO EN	
		FORADADA	**SESUÉ**
Icc (kA)	**Total en S/E**	18.9	9.61
	Aportación L/ Foradada – Sesué	1.39	8.09

Tabla 7. Línea **Foradada – Sesué. Cortocircuito trifásico** en las distintas subestaciones. Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	0.14	0.08	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
AP.T-2N	0.18	0.11	0.24	0.05	0.05	0.05	0.24	0.05

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.5.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico en subestación

En las siguientes tablas se resumen los resultados obtenidos para los cortocircuitos monofásicos simulados en las subestaciones Foradada y Sesué, para las tres fases. En la Tabla 8 se muestran las intensidades de cortocircuito obtenidas, mientras que en la Tabla 9 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 8. Cortocircuito monofásico en las distintas subestaciones: Intensidades de cortocircuito obtenidas.

		CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO EN:					
		FORADADA			SESUÉ		
	FASE	0	4	8	0	4	8
Icc (kA)	Total en S/E	15.2	15.2	15.3	7.65	7.66	7.73
	Aportación L/ Foradada – Sesué	1.43	1.43	1.44	5.95	5.97	6.04

Tabla 9. Línea **Foradada – Sesué**. **Cortocircuito monofásico** en las distintas subestaciones. Valores máximos de las tensiones de pantallas absolutas y locales obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	2.58	1.40	3.64	0.00	0.00	0.00	3.64	0.00
AP.T-2N	2.59	1.41	3.65	0.06	0.06	0.06	3.65	0.06

4.5.3. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debido a cebado a inverso en apoyos de línea aérea

Se han analizado las sobretensiones temporales en el caso de cortocircuito monofásico debido cebado inverso en apoyos de línea aérea. El cortocircuito se ha calculado en todos los apoyos de la línea, incluyendo el apoyo de conversión aéreo subterráneo AP.T-2N, recogiendo el caso más desfavorable.

En la Tabla 10 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 10. Línea **Foradada – Sesué**. **Cortocircuito monofásico debido a cebado inverso** en todos los apoyos de línea aérea: Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), y en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	4.23	2.56	5.53	0.00	0.00	0.00	5.53	0.00
AP.T-2N	4.25	2.59	5.55	0.24	0.24	0.24	5.55	0.24

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.5.4. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor en línea aérea

Se han analizado las sobretensiones temporales en el caso de cortocircuito monofásico debido a caída de conductor en línea aérea. El cortocircuito se ha calculado en todos los vanos de la línea, recogiendo el caso más desfavorable. La resistencia de falta considerada ha sido de 15 Ω.

4.5.4.1. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor por el lado de la subestación Foradada

En la Tabla 11 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 11. Línea **Foradada – Sesué**. **Cortocircuito monofásico debido caída de conductor** por el lado de la **subestación Foradada.** Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	4.26	2.35	5.94	0.00	0.00	0.00	5.94	0.00
AP.T-2N	4.28	2.37	5.96	0.06	0.06	0.06	5.96	0.06

4.5.4.2. Resultados de la simulación en caso de cortocircuito monofásico debidos a caída de conductor por el lado de la subestación Sesué

En la Tabla 12 se muestran las tensiones de pantalla obtenidas en todos los accesorios, tanto absolutas (U_{abs}) como locales (U_{local}), respectivamente.

Tabla 12. Línea **Foradada – Sesué**. **Cortocircuito monofásico debido caída de conductor** por el lado de la **subestación Sesué.** Valores máximos de las **tensiones de pantallas absolutas y locales** obtenidas para cortocircuitos en las tres fases (0, 4 y 8), en los tres casos considerados.

Accesorio	U absolutas (kV)			U locales (kV)			Máximos (kV)	
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 1	Caso 2	Caso 3	U_{abs}	U_{local}
FORADADA	0.25	0.14	0.35	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00
AP.T-2N	0.25	0.14	0.35	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.6. Sobretensiones temporales máximas. Resumen de resultados

En la Tabla 13 se resumen los **valores máximos** de las tensiones de pantallas absolutas y locales, obtenidas en todos los accesorios, para todos los **cortocircuitos** simulados.

Tabla 13. Valores máximos de las tensiones de pantallas absolutas y locales, obtenidas para todos los cortocircuitos simulados.

Accesorio	U_{abs}(kV)	U_{local}(kV)
FORADADA	5.94	0.00
AP.T-2N	5.96	0.24

Las sobretensiones temporales absolutas máximas no superan los 5.96 kV mientras que las sobretensiones temporales locales máximas no superan los 0.24 kV.

4.7. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables en función de las sobretensiones temporales

Para comprobar que la máxima sobretensión temporal absoluta obtenida de las simulaciones es inferior a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable, se debe cumplir, para todos los accesorios de la línea, la siguiente condición:

$$CS_{temp} = \frac{U_{rw\_AC}}{U_{temp\_max\ \_abs}} \geq 1{,}10^{(1)}$$

(1) Según el apartado 4.4 del documento REE/NORM/2017/35.

Donde:

- U_{rw_AC} = *Tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.*
- $U_{temp\_max\_abs}$ = *Sobretensión temporal máxima absoluta obtenida de las simulaciones realizadas.*
- CS_{temp} = *Coeficiente de seguridad que tiene en cuenta las posibles variaciones en las hipótesis de cálculo consideradas, como, por ejemplo, el incremento en el futuro de las intensidades de cortocircuito de la Red de Transporte.*

Tabla 14. Línea **Sesué – Foradada**. Comprobación de las cubiertas exteriores de los cables.

Accesorio	$U_{temp\_max\_abs}$ (kV)	$U_{(rw\_AC)}$(kV)	CS_{temp}
FORADADA	5.94	20.0	3.40
AP.T-2N	5.96	20.0	3.40

A la vista de los resultados mostrados en la tabla anterior, se determina que la máxima sobretensión temporal absoluta obtenida **es inferior** a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.8. Criterios generales para la selección de los limitadores de sobretensiones

La elección de los limitadores de sobretensiones (LTP's) se basa en los criterios indicados en la guía de dimensionamiento [8], de Red Eléctrica de España. Como resumen se indican a continuación los principios generales en los que se basa esta guía:

a. La tensión asignada del limitador U_r (valor eficaz de la tensión de 50 Hz que el limitador es capaz de soportar durante 10 segundos) ha de ser superior al mayor de los valores de sobretensiones obtenidas.
b. El margen de protección MP, obtenido para un limitador de tensión asignada dada U_r ha de ser suficiente (MP ≥15 %, según UNE-EN IEC 60071-2:2018 sobre Coordinación de Aislamiento).
c. Este margen de protección se obtiene de la expresión siguiente:

$$MP = \frac{NA - NP}{NP} \times 100$$

Siendo:

MP: Margen de protección (%)
NA: Nivel de aislamiento (kV)
NP: Nivel de protección (kV)

d. El nivel de aislamiento NA, según UNE 211067-1 tabla G.1, sería de 47,5 kV entre pantalla y tierra (nivel que debería soportar la cubierta del cable) y de 95 kV entre partes (nivel que debería soportar el aislamiento entre dos pantallas distintas, por ejemplo, en el caso de un cruzamiento de pantallas). No obstante, a efectos prácticos, conviene considerar un nivel de aislamiento inferior, con el fin de tener en cuenta las imperfecciones que existan en los aislamientos una vez montados en campo.
e. El nivel de protección NP, depende de la tensión asignada del limitador U_r y del fabricante del mismo. Este nivel de protección varía normalmente entre 2,8 veces y 3,2 veces la tensión asignada: NP = (2,8÷3,2) x U_r. Este nivel de protección NP debe ser incrementado, no obstante, para tener en cuenta las sobretensiones adicionales debidas a las conexiones entre las pantallas de los cables y los limitadores de sobretensiones.
f. En caso de no cumplirse la condición anterior (MP <15 %,), cabe la posibilidad de elegir un limitador de sobretensiones, con una tensión asignada Ur inferior, considerando la tensión de 50 Hz que es capaz de soportar durante 1 segundo. Esta tensión, aunque depende del fabricante, suele ser un 20% superior a la tensión asignada U_r.
g. Siempre que se cumpla el nivel de aislamiento requerido (criterio "b") y la tensión asignada del limitador U_r cumpla el criterio "a", conviene elegir el limitador de sobretensiones con mayor U_r posible, de modo que sea válido para incrementos futuros de las corrientes de cortocircuitos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5. SELECCIÓN DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIONES

5.1. Requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones en pantallas (LTP) a instalar

En base a los resultados obtenidos en el apartado 4.4 y teniendo en cuenta los criterios tanto del apartado 4.8 como de la guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) [8], en la Tabla 15 se presentan, para los accesorios de la línea de simple circuito **Foradada - Sesué**, los valores máximos de las tensiones de pantalla locales obtenidas en los accesorios provistos de limitadores de sobretensiones, para todo el conjunto de cortocircuitos trifásicos y monofásicos simulados. Así mismo, se muestran los requisitos mínimos que deben cumplir los LTP a instalar, para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Tabla 15. Línea **Foradada - Sesué**: Valores máximos de las tensiones locales obtenidas para todos los cortocircuitos calculados y requisitos mínimos de los limitadores de sobretensiones a instalar; para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Accesorio	$U_{local\ máx}$ (kV)	Tipo de accesorio	Mínima tensión asignada del limitador $U_{r_{LTP}}$ (1) (kV)	$\frac{U_{r_{LTP}}}{U_{local\ máx}}$ (2)	Tensión residual limitador U_{res} (kV) (Onda 8/20 µs) (10kA)
FORADADA	0.00	--	--	--	--
AP.T-2N	0.24	Apoyo PAS-SP	≥ 3.00	≥ 1.10	Ver Gráfico 1

(1) Según el apartado 5.5 del documento REE/NORM/2017/35.
(2) Según el apartado 4.3 del documento REE/NORM/2017/35.

En los siguientes gráficos se indican, para cada tipo de accesorio con pantalla protegida por limitador, el rango de valores de tensiones residuales (U_{res}) de los limitadores de sobretensiones que condicionan las longitudes máximas de instalación del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión de pantallas donde se encuentra instalado el limitador.

COGITISE verifica este informe e integridad: https://www.cogitise.es/verifica
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*

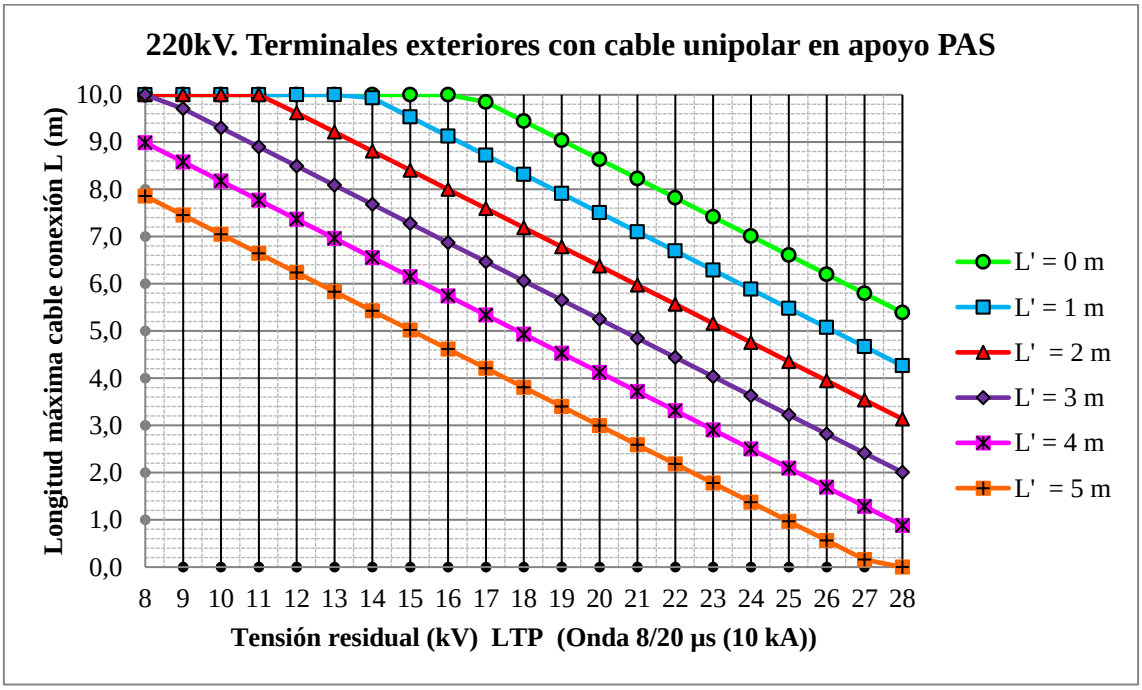
Accesorio AP.T-2N

Accesorio	AP.T-2N	
Tipo de pantalla	Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS	
Tipo de cable de conexión de pantallas *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 0.55 µH/m	
Tipo de cable de conexión adicional *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 1.00 µH/m	
Impedancia característica del cable de potencia *(ver nota 2)*	**Z_c (Ω)**	24.4

Nota 1: Valores según la Tabla 10 del documento REE/NORM/2017/35.

Nota 2: Valor obtenido por cálculo mediante los parámetros del cable de potencia según su ficha técnica.

Gráfico 1. Longitud del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión, en función de la tensión residual del limitador, para un accesorio del tipo: Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS (Aplicable al accesorio AP.T-2N).



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.2. Propuesta de selección de limitadores de sobretensiones en pantallas

5.2.1. Tensión asignada de limitador de sobretensiones en pantallas

En base a los valores máximos de las tensiones de pantalla locales obtenidas en los accesorios provistos de LTP y teniendo en cuenta los requisitos mínimos (indicados en el apartado anterior) que deben cumplir los LTP a instalar; a continuación, se muestra una propuesta de selección de LTP para la línea de simple circuito **Foradada - Sesué.**

Tabla 16. Línea **Foradada - Sesué**: Valores máximos de las tensiones locales obtenidas para todos los cortocircuitos calculados y tensiones asignadas (U_r) propuestas de los modelos de los limitadores de sobretensiones, para las pantallas no puestas a tierra de los distintos accesorios de cable.

Accesorio	$U_{local\ máx}$ (kV)	Tipo de accesorio	Tensión asignada del limitador $U_{r_{LTP}}$ (kV)	$\frac{U_{r_{LTP}}}{U_{local\ máx}}$	Tensión residual limitador U_{res} (kV) (Onda 8/20 µs) (10kA)
FORADADA	0.00	--	--	--	--
AP.T-2N	0.24	Apoyo PAS-SP	3.00	12.6	8.40 (1)

(1) *Tensión residual calculada como 2.8·Ur.*

5.2.2. Longitud máxima de los cables de conexión a tierra de las pantallas

A continuación, se muestra, para cada accesorio con pantalla protegida por limitador de la línea **Sesué - Foradada**, la longitud máxima del cable de conexión entre el accesorio y la caja de puesta a tierra, para la propuesta de limitadores realizada en la Tabla 16.

Tabla 17. Longitud máxima del cable de conexión entre el accesorio y la caja de conexión, para el accesorio AP.T-2N.

Accesorios	AP.T-2N						
Tipo de pantalla	Terminales exteriores con cable unipolar en apoyo PAS						
Tipo de cable de conexión de pantallas *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 0,55 µH/m						
Tipo de cable de conexión adicional *(ver nota 1)*	Unipolar aislado. Inductancia 1.00 µH/m						
Impedancia característica del cable de potencia *(ver nota 2)*	**Z_c (Ω)**	24.4					
Tensión residual (Onda 8/20 µs (10 kA)) del LTP propuesto	**U_{res} (kV)**	8.40 (1)					
Longitud del cable de unión entre el terminal y la caja de conexión de las pantallas *(ver nota 3)*	**L (m)**	10.0	10.	10.	9.95	8.80	7.70
Longitud del cable adicional que une la caja de conexión con la estructura del apoyo de paso aéreo-subterráneo *(ver nota 3)*	**L'(m)**	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

(1) *Tensión residual del limitador calculada como 2.8·Ur. Una vez elegido el modelo del LTP a instalar, se aconseja obtener la longitud máxima a través del Gráfico 1.*

Nota 1: Valores según la Tabla 10 del documento REE/NORM/2017/35.

Nota 2: Valor obtenido por cálculo mediante los parámetros del cable de potencia según su ficha técnica.

Nota 3: En ningún caso la longitud propuesta del cable de conexión superará los 10 m (conforme a la Norma UNE 211067-1:2017).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6. CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME.

Teniendo presentes los análisis realizados en el presente informe, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. En la línea Foradada – Sesué, las sobretensiones temporales absolutas máximas no superan los 5.96 kV para todos los cortocircuitos estudiados.
2. La máxima sobretensión temporal absoluta es inferior a la tensión alterna soportada nominal de la cubierta exterior del cable.
3. En la línea Foradada – Sesué, las sobretensiones temporales locales máximas en terminales de los limitadores no superan los 0.24 kV para todos los cortocircuitos estudiados.
4. Los requisitos mínimos que deben cumplir los limitadores de sobretensiones de pantallas a instalar en la línea Foradada – Sesué, se indican en el apartado 5.1.
5. Se realiza una propuesta de selección de la tensión asignada de los limitadores de sobretensiones de pantalla a instalar, según la Tabla 16 de este informe.
6. La longitud máxima del cable entre el accesorio y la caja de conexión para cada accesorio con pantalla protegida con limitador y para la propuesta de limitadores realizada en la Tabla 16, se muestra en el apartado 5.2.2. de este informe.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, se emite el presente informe en Madrid a siete de diciembre de dos mil veintitrés.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO A
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

[1]. The design of specially bonded cable systems. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 28. 1973.

[2]. The design of specially bonded cable systems. Part II. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 47. 1976.

[3]. Guide of the protection of specially bonded cable systems against sheath overvoltages. Working Group 07, of study Committee nº 21 (HV insulated cables). ELECTRA nº 128. 1990.

[4]. IEEE Guide for the Application of Sheath-Bonding Methods for Single-Conductor Cables and the Calculation of Induced Voltages and Currents in Cable Sheaths. ANSI/IEEE Std 575-1988.

[5]. Characteristics and reduction of sheath circulating currents in underground power cable systems. C.K. Jung and, J.B. Lee, J.W. Kang, Xinheng Wang, Young-Hua Song, International Journal of Emerging Electric Power Systems. Volume 1, issue 1, 2004. Article 1005.

[6]. "Special Bonding of High Voltage Power Cables". CIGRE BROCHURE Nº 283. Working Group B1.18. October 2005.

[7]. "Slim Cables compact cross-bonding and corrected distance protection" B1-112 Session 2004 CIGRE.

[8]. Guía de dimensionamiento de los limitadores de tensión en pantallas (LTP's) de las líneas subterráneas. Red Eléctrica de España. Ed. 1 (08/08/2017). Referencia REE/NORM/2017/35.

[9]. IEEE Std 575-2014 (Revision of IEEE Std 575-1988): "IEEE Guide for Bonding Shields and Sheaths of Single-Conductor Power Cables Rated 5 kV through 500 kV". June 2014.

[10]. UNE-EN 60229:2009. Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión. Equivalente a CEI 60229.

[11]. UNE-EN IEC 60071-2:2018. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

[12]. UNE 211067-1:2017. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (U_m = 170 kV) hasta 400 kV (U_m = 420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. °244352445O°
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CAPÍTULO 3

AISLAMIENTO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES..... 2

3.2 TIPOS DE CADENAS..... 3

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES

El aislador a utilizar en las cadenas de suspensión y de amarre será el U120 BS según la denominación CEI-305. Este aislador tiene las siguientes características:

- Clase	U120 BS
- Material	Vidrio
- Paso	146 mm
- Diámetro	255 mm
- Línea de fuga	315 mm
- Carga de rotura	120 kN
- Peso	3,8 kg
- Unión normalizada IEC	16A

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Grado de aislamiento

La longitud de la línea de fuga es:

15 x 315 = 4725 mm

Para una tensión más elevada de 245.0 el grado de aislamiento fase-fase es: 4725 / 245.0 = 19,28 mm/kV fase-fase

Esto corresponde con un grado de contaminación “I-Ligero”, de acuerdo con la clasificación del grado de contaminación reflejado en la norma UNE EN 6007 1-2.

3.2 TIPOS DE CADENAS

Amarre

Las cadenas de amarre estarán formadas por 1 fila de cadena de aisladores de 120 kN para la L/220kV Foradada-Sesué y por 2 filas de cadenas de aisladores de 120 kN para la L/220kV Foradada-Escalona, de carga nominal de rotura, siendo la carga de rotura mínima de la cadena de 120 kN.

Considerando una tracción máxima por subconductor correspondiente a la carga admisible (40% C.R.), el coeficiente de seguridad mínimo es de:

$$12000/4287.2 \times 1 = 2,8 > 2,5$$

A continuación, se muestra el listado de cadenas por apoyos:

Nº APOYO	TIPO DE CADENA
T-1N	CONJUNTO CADENA DE AMARRE DOBLE GULL SX
T-124BIS	CONJUNTO CADENA DE AMARRE DOBLE GULL SX
T-2N	CONJUNTO CADENA DE AMARRE SIMPLE GULL SX
T-65BIS	CONJUNTO CADENA DE AMARRE SIMPLE GULL SX

En los planos se muestran las cadenas, con la solución de herraje adoptada.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CAPÍTULO 4

CÁLCULO DE LOS APOYOS

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN 2

4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS 3

4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo..... 3

4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas. Esquemas A4 4

4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS 9

4.4 COMPROBACIÓN APOYOS..... 13

4.5 MÉTODO DE CÁLCULO 14

4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO 15

4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS 19

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN

Los apoyos de esta línea pertenecen a la normalización REE para líneas a 220 kV doble circuito, de la cual se utilizan los siguientes:

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN
APOYO 22A26	ÁNGULO 26º DX
APOYO S2A2 1CT	ÁNGULO 15º DX
APOYO S2B 1CT	P.A.S. FIN DE LÍNEA DX

Además, debido a las condiciones especiales de explotación requeridas por uno de los apoyos, en el cual se tenderán vanos temporales mientras se construye la futura subestación Foradada, con objeto de mantener la alimentación de la línea 220kV Simple Circuito Sesué-T de Sesué, se proyecta la utilización de un apoyo especial del tipo (ver tabla).

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN
APOYO MISTRAL 270-27-TH33e PAS	P.A.S. FIN DE LÍNEA SX

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS

4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo

En el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en su apartado 2.1.7 “Consideraciones en la instalación de los cables de tierra”, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35º.

Como puede comprobarse en los esquemas de los apoyos adjuntos, todas las disposiciones geométricas de los apoyos utilizados en este proyecto cumplen con esta recomendación.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas. Esquemas A4

Separación entre conductores

La mínima separación entre fases de un mismo circuito y entre fases de circuitos distintos es de 6,5 m para serie de apoyos S2 y 11,12 m para serie de apoyos 22 montados al tresbolillo.

Aplicando la expresión dada en el apartado 5.4 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, tenemos que:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

K = 0.65 para Gull.

L = 0 para apoyos con cadenas de amarre y *L* = 0 m para apoyos con cadenas de suspensión en V, ya que la cadena no se mueve bajo la acción del viento.

K' = 0.85 para líneas de categoría especial.

D_{pp} = 3,2 para líneas de tensión más elevada de la red de 420 kV.

Apoyos de amarre serie S2

$$F_{max} = \left(\frac{6{,}5 - 0{,}85 \cdot 2}{0{,}65}\right)^2 = 54{,}53\ m$$

Apoyos de amarre serie 22 al tresbolillo

$$F_{max} = \left(\frac{11{,}12 - 0{,}85 \cdot 2}{0{,}65}\right)^2 = 210{,}03\ m$$

Serie S2

Zona	Vano máximo (m) C.V.(Lc= 0 m, Fmax=54,53)
B	735,7 m
C	697,2 m

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Serie 22

Zona	Vano máximo (m) C.V.(Lc= 0 m, Fmax=210,03)
B	1443,9

Los vanos de la línea no superan en ningún caso los valores máximos indicados, donde el vano máximo es de 728,2 metros entre los apoyos T-124BIS y T-125

Distancias a partes puestas a tierra

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior, según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT-07), a D_{el}. Este valor, para líneas de 220 kV, es de 1.7 m.

En los apoyos de cadenas horizontales, la distancia mínima a partes puestas a tierra con viento mitad, se mantendrá para una longitud del puente de 2.5 m. una oscilación de éste de 20º.

Alturas

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima según el apartado 5.5 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, de:

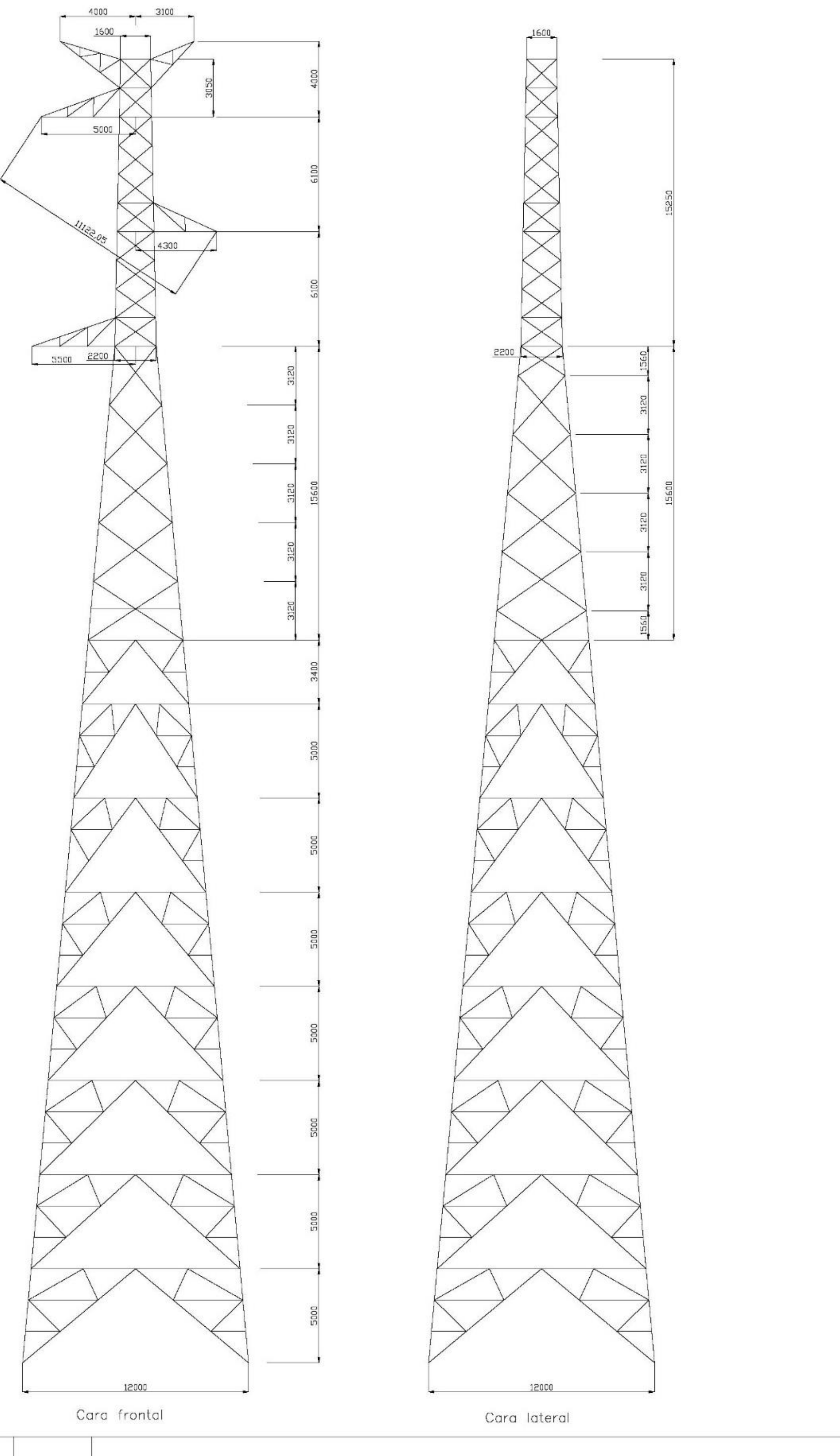
$$5{,}3 + D_{el} = 5{,}3 + 1.7 = 7.0 \text{ m}$$

Las alturas útiles de los apoyos pueden variar entre los siguientes valores en incrementos de 5 m:

- Apoyos de cadenas verticales 19.0 - 27.0 m
- Apoyos de cadenas horizontales: 12.0 - 39.0 m

Asimismo, cada base puede disponer de patas desniveladas desde -1,66 a 3,32 m, con objeto de adaptar los apoyos a la topología del terreno.

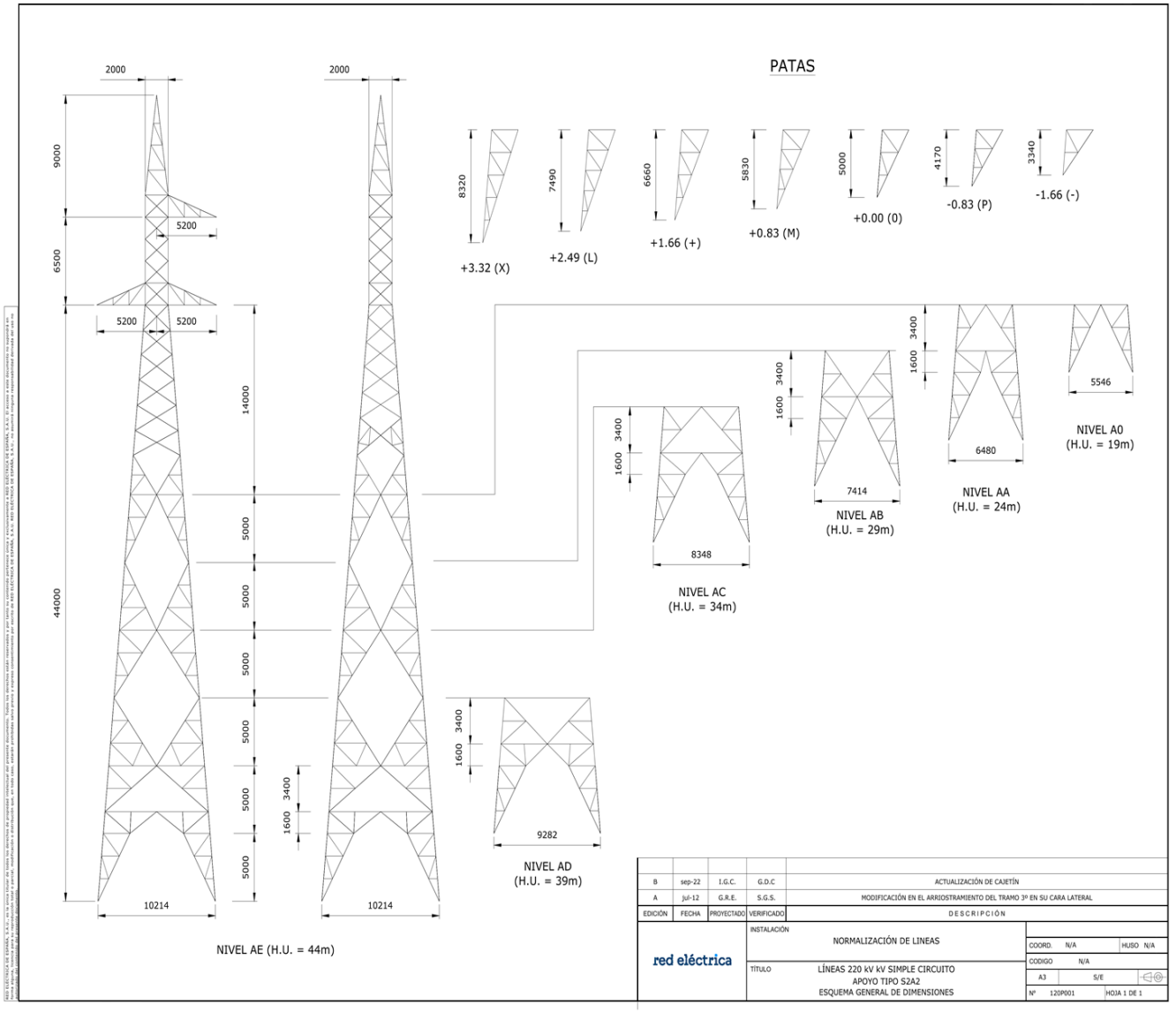
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

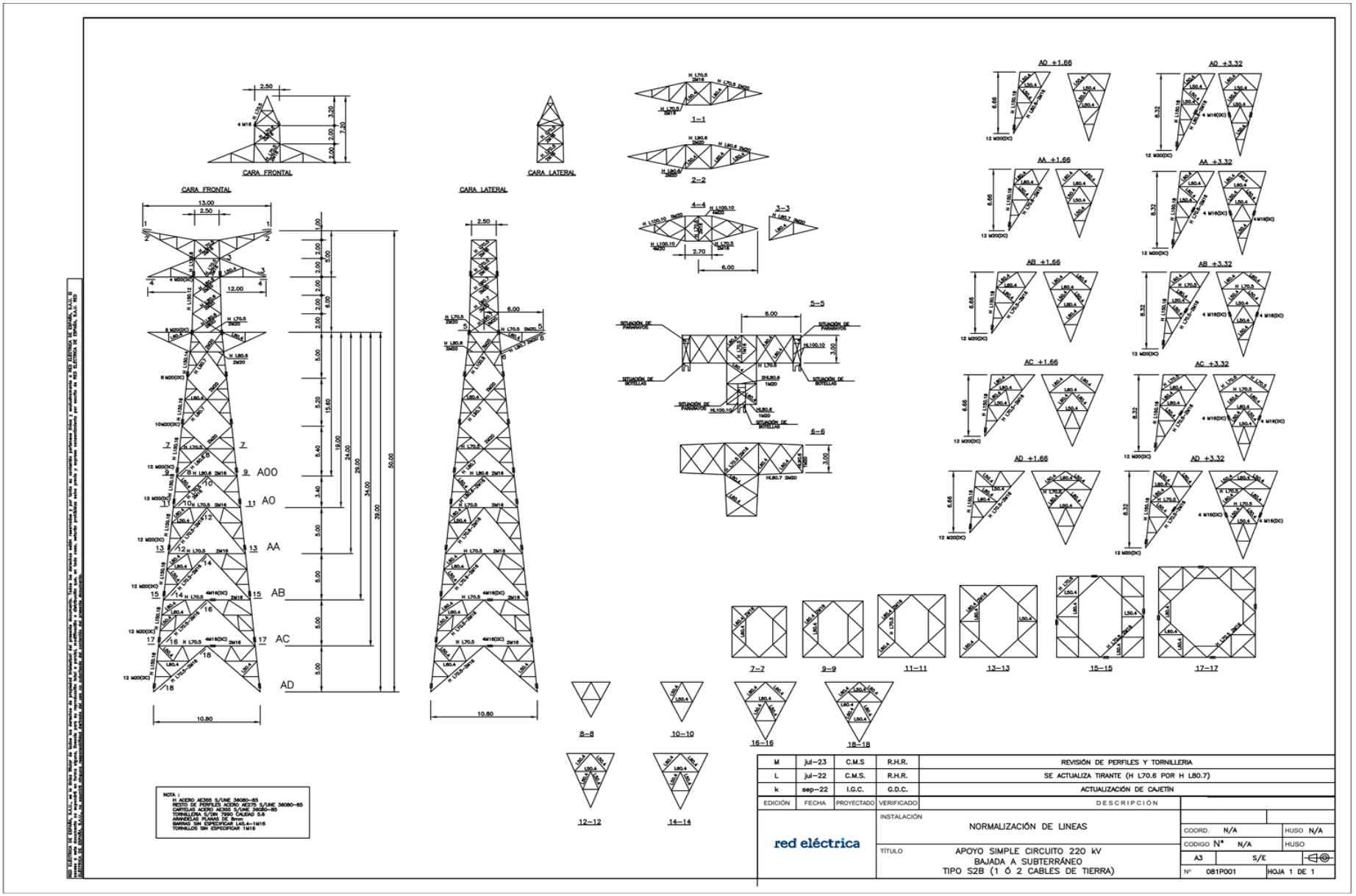


0	Nov.-22	M.C.S.	R.P.M.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	**PROYECTADO**	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica	INSTALACIÓN NORMALIZACIÓN DE LINEAS	COORD. N/A — HUSO N/A
	TÍTULO LINEA 2 CIRCUITOS , 220 kV APOYO TIPO 22A26 , ANGULO 26 ° ESQUEMA	CODIGO N/A A4V S/E Nº 425P001 HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.


PATAS
+3.32 (X)
+2.49 (L)
+1.66 (+)
+0.83 (M)
+0.00 (0)
-0.83 (P)
-1.66 (-)
NIVEL AE (H.U. = 44m)
NIVEL AD (H.U. = 39m)
NIVEL AC (H.U. = 34m)
NIVEL AB (H.U. = 29m)
NIVEL AA (H.U. = 24m)
NIVEL A0 (H.U. = 19m)
ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
MODIFICACIÓN EN EL ARRIOSTRAMIENTO DEL TRAMO 3º EN SU CARA LATERAL
DESCRIPCIÓN
red eléctrica
NORMALIZACIÓN DE LINEAS
LÍNEAS 220 kV kV SIMPLE CIRCUITO
APOYO TIPO S2A2
ESQUEMA GENERAL DE DIMENSIONES
120P001

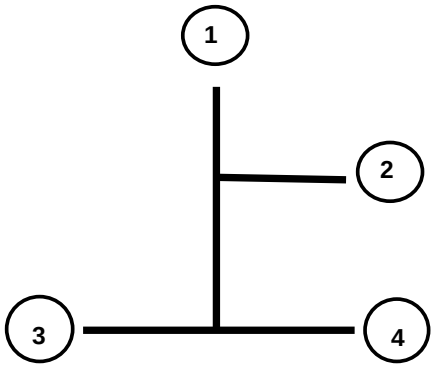

CARA FRONTAL
CARA LATERAL
A00
A0
AA
AB
AC
AD
1–1
2–2
3–3
4–4
5–5
6–6
7–7
8–8
9–9
10–10
11–11
12–12
13–13
14–14
15–15
16–16
17–17
18–18
A0 +1.66
AD +3.32
AA +1.66
AA +3.32
AB +1.66
AB +3.32
AC +1.66
AC +3.32
AD +1.66
AD +3.32
NOTA :
H ACERO AE355 S/UNE 36080–85
RESTO DE PERFILES ACERO AE275 S/UNE 36080–85
CARTELAS ACERO AE355 S/UNE 36080–85
TORNILLERIA S/DIN 7990 CALIDAD 5.6
ARANDELAS PLANAS DE 8mm
BARRAS SIN ESPECIFICAR L40,4=1#16
TORNILLOS SIN ESPECIFICAR 1#16
M jul–23 C.M.S R.H.R. REVISIÓN DE PERFILES Y TORNILLERIA
L jul–22 C.M.S. R.H.R. SE ACTUALIZA TIRANTE (H L70.6 POR H L80.7)
k sep–22 I.G.C. G.D.C. ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
EDICIÓN FECHA PROYECTADO VERIFICADO DESCRIPCIÓN
red eléctrica
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS
TÍTULO
APOYO SIMPLE CIRCUITO 220 kV
BAJADA A SUBTERRÁNEO
TIPO S2B (1 Ó 2 CABLES DE TIERRA)
COORD. N/A HUSO N/A
CODIGO Nº N/A HUSO
A3 S/E
Nº 081P001 HOJA 1 DE 1

4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS

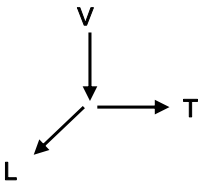
Las hipótesis consideradas en el cálculo y los coeficientes de seguridad son los establecidos en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

A continuación, se dan las tablas de hipótesis para cada apoyo.

APOYO TIPO: **S2A2**



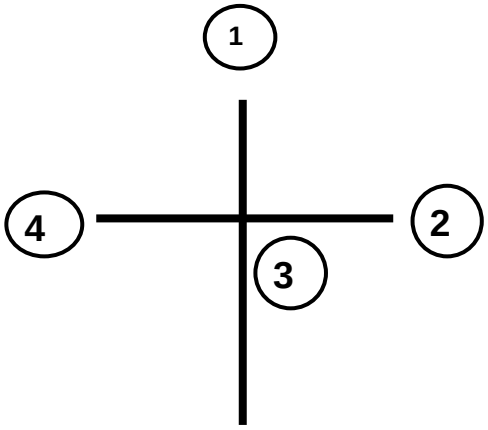
Hipótesis	
1	Viento (140 km/h)
2a	Hielo
2b	Hielo y Viento (60 km/h)
3	Desequilibrio
4a	Rotura Cable de tierra
4b	Rotura Conductor Superior
4c	Rotura Conductor Medio
4d	Rotura Conductor Inferior



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

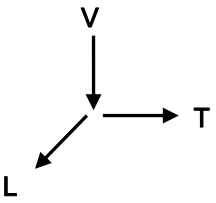
		HIPÓTESIS Nº							
FASE		1	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	1231	1055	1353	947	1083	1083	1083	1083
	L	0	0	0	1037	4148	0	0	0
2	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	5323	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	5323	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	0	5323
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: S2B-1CT



Hipótesis

1	**Viento (140 km/h)**
2a	**Hielo**
2b	**Viento (60 km/h) y hielo**
4a	**Rotura Cable de tierra**
4b	**Rotura Conductor Superior**
4c	**Rotura Conductor Medio**
4d	**Rotura Conductor Inferior**

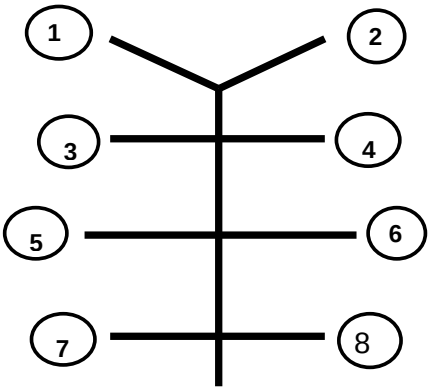


COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

HIPÓTESIS Nº

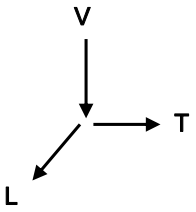
FASE		1	2a	2b	4a	4b	4c	4d
1	V	637	1706	1706	1706	1706	1706	1706
	T	551	0	304	0	0	0	0
	L	2786	4121	4236	0	4121	4121	4121
2	V	2040	4693	4693	4693	4693	4693	4693
	T	1696	0	710	0	0	0	0
	L	9158	10510	10738	10510	0	10510	10510
3	V	2040	4693	4693	4693	4693	4693	4693
	T	1696	0	710	0	0	0	0
	L	9158	10510	10738	10510	10510	0	10510
4	V	2040	4693	4693	4693	4693	4693	4693
	T	1696	0	710	0	0	0	0
	L	9158	10510	10738	10510	10510	10510	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: 22A26



Hipótesis

1	Viento (140 km/h)
2	Hielo
3	Desequilibrio
4a	Rotura Cable de tierra
4b	Rotura Fase Superior
4c	Rotura Fase Media
4d	Rotura Fase Inferior
5	Viento (60 km/h) y hielo
	Montaje



FASE		1	2	3	4a	4b	4c	4d	5
1	V	529	1447	1447	1447	1447	1447	1447	1447
	T	1796	1881	1694	968	1935	1935	1935	2206
	L	0	0	1076	4302	0	0	0	0
2	V	529	1447	1447	1447	1447	1447	1447	1447
	T	1796	1881	1694	1935	1935	1935	1935	2206
	L	0	0	1076	0	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	5150	0	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	0	5150	0	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	0	0	5150	0
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	4856	4528	4055	4634	4634	4634	4634	5265
	L	0	0	2575	0	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5
Viento		SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

APOYO TIPO MISTRAL 270 33u TH33a

ARBOL DE CARGAS: FIN LINEA

fig. 1

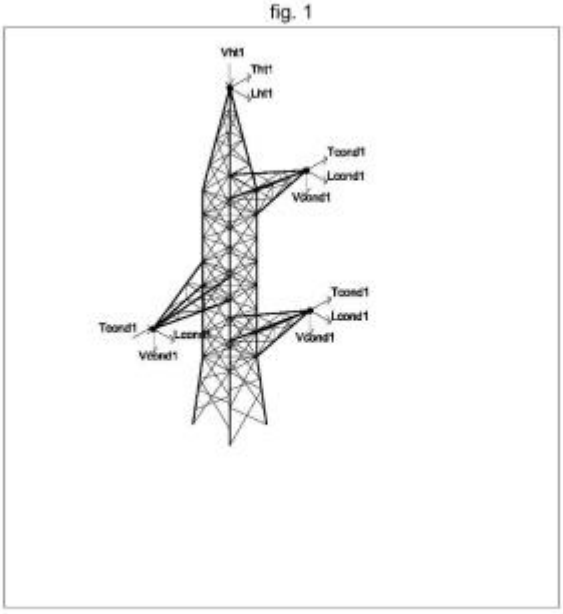


fig. 2

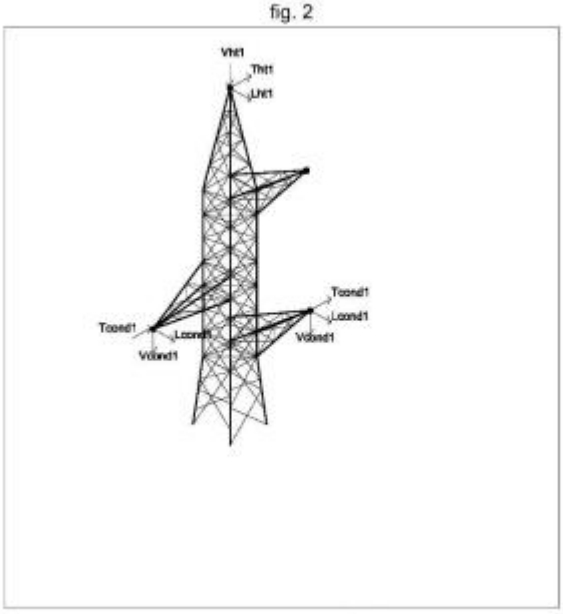
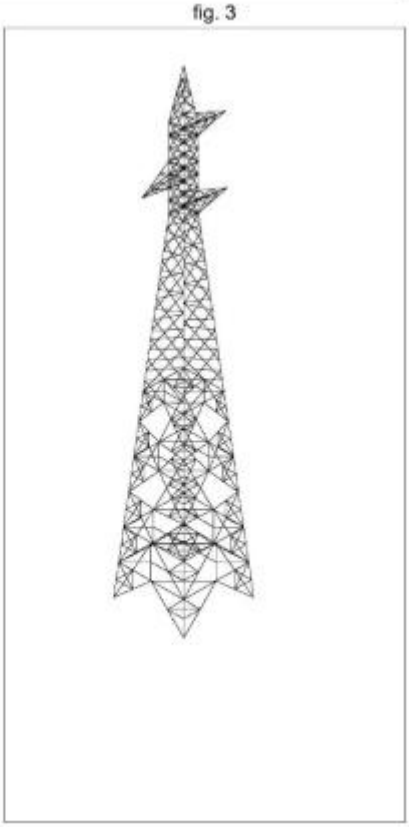


fig. 3



		COND1	HT1
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1	L(daN)	7405	6467
	T(daN)	572	375
	V(daN)	750	1000
2ª Hipótesis (Hielo + Viento) Cs= 1	L(daN)	7406	6468
	T(daN)	572	375
	V(daN)	750	1000
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1	L(daN)	7407	6469
	T(daN)	0	0
	V(daN)	750	1000
4ª Hipótesis (Rotura COND1) Cs= 1	L(daN)	4918	4295
	T(daN)	0	0
	V(daN)	750	1000
4ª Hipótesis (Rotura HT1) Cs= 1	L(daN)	6812	0
	T(daN)	0	0
	V(daN)	750	1000

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.4 COMPROBACIÓN APOYOS

Como se indica en el siguiente apartado, los apoyos de este proyecto se han calculado por ordenador, utilizando un programa matricial basado en el método de rigideces o desplazamientos.

A continuación, se muestra un listado de los apoyos de la línea en el que se puede observar la utilización máxima de cada apoyo en la hipótesis reglamentaria más desfavorable, indicándose ésta mediante un porcentaje sobre su capacidad resistente útil total (capacidad resistente total del apoyo / coeficiente de seguridad).

Como puede comprobarse, el porcentaje de utilización de los apoyos es igual o inferior al 100 %, no superándose por tanto la capacidad resistente útil de ningún apoyo.

Adicionalmente, se muestra para los apoyos con cadenas de suspensión, el porcentaje de desviación de las cadenas sobre la máxima desviación permitida para cada tipo de apoyo, bajo la hipótesis reglamentaria que se establece en el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07 de Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (hipótesis de desviación de cadenas bajo la acción de una presión de viento mitad).

Como puede comprobarse, el porcentaje de desviación de las cadenas de suspensión en la hipótesis reglamentaria de desviación de cadenas es igual o inferior al 100 % del máximo permitido para todos los apoyos de suspensión de la línea.

Nº Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia Origen (m)	Ángulo (º)	Utilización máxima apoyo (%)	Desviación de cadenas (%)
T-1N	S2B 1CT	0	0	54,5	-
T-124BIS	22A26	551,3	19,59	87,4	-
T-2N	MISTRAL -270-27-TH33e PAS	160,78	21,85	80,15	-
T-65BIS	S2A2 1CT	593,76	4.24	53,9	-

Por tanto, se confirma la validez de los apoyos de la línea, ya que en ningún caso se supera la capacidad resistente útil de los apoyos ni el ángulo máximo de desviación de cadenas permitido para los apoyos de suspensión (en este caso no aplica por no haber suspensiones).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.5 MÉTODO DE CÁLCULO

Todos los apoyos han sido calculados por ordenador utilizando un programa matricial basado en el método de las rigideces o desplazamientos.

La estructura se considera articulada en todos sus nudos y todas las fuerzas que se aplican son axiales.

Una vez definidas las coordenadas (X,Y,Z) de cada uno de los nudos de la estructura y las barras de la misma (definidas por los nudos) se plantean las ecuaciones que ligan las cargas o reacciones exteriores en cada uno de los 'n' nudos con los desplazamientos correspondientes.

Tendremos así un sistema general de 3 'n' ecuaciones con 3 'n' incógnitas, siendo incógnitas los desplazamientos y términos independientes las cargas o reacciones en cada nudo.

Una vez calculados los desplazamientos de cada nudo y conocidas las rigideces, se calculan los esfuerzos axiales en cada barra para proceder posteriormente a su dimensionado.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO

Los perfiles utilizados en la construcción de los apoyos son angulares de alas iguales según Norma UNE 36.531 de las siguientes características:

- Acero S355J2G3 de 355 N/mm^2 de límite elástico para angulares de 70 x 5 y superiores.
- Acero S275JR de 275 N/mm^2 de límite elástico para angulares de 60 x 5 e inferiores.

Las chapas serán de calidad S355J2G3, los tornillos de calidad 5.6 y 8.8 según Norma UNE-EN ISO 898-1 de 300 y 640 N/mm^2 de límite de fluencia y las tuercas de calidad 5 y 8 según Norma UNE-EN 20898-2. Las dimensiones de los tornillos y las tuercas son M16, M20 y M24 según Norma 17115.

El criterio de agotamiento a compresión es el de inestabilidad por pandeo, según curvas de ASCE (Manual 52), que se incluyen, aplicándose las siguientes fórmulas en función de la esbeltez (L/R), de la excentricidad en la aplicación de la carga y de la restricción de giro de los extremos:

Curva 1: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$	Curva 4: $120 < \frac{L}{R} < 200$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$
Curva 2: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 30 + 0{,}75 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 5: $120 < \frac{L}{R} < 225$	$K \cdot \frac{L}{R} = 28{,}6 + 0{,}762 \cdot \frac{L}{R}$
Curva 3: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 60 + 0{,}5 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 6: $120 < \frac{L}{R} < 250$	$K \cdot \frac{L}{R} = 46{,}2 + 0{,}615 \cdot \frac{L}{R}$

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Las limitaciones de esbeltez son las siguientes:

- Montantes: 150
- Resto de barras trabajando: 200
- Rellenos: 250

Las barras a tracción se han dimensionado para el fallo al límite de fluencia considerando la sección neta correspondiente con taladros de diámetro 1,5 mm superiores a los de los tornillos.

En el caso de barras unidas por una sola ala (tirantes de las crucetas) la sección neta se ha reducido al 80% de la calculada según lo anteriormente citado.

Para el fallo de las uniones se han considerado los tornillos a cortadura o los elementos unidos a aplastamiento.

- Para cortadura los valores de fallo son el 80% de la sección del núcleo del tornillo.

  $Rc = 0,8 \times 30 \times \pi\ d^2 / 4$ (daN) (Calidad 5.6)

  $Rc = 0,8 \times 64 \times \pi\ d^2 / 4$ (daN) (Calidad 8.8)

- Para aplastamiento los valores de fallo son el doble del límite de fluencia de los elementos unidos por la sección diametral:

  $Ra = 2 \times 27,5 \times d \times e$ (Acero S275JR) (daN)

  $Ra = 2 \times 35,5 \times d \times e$ (Acero S355J2G3) (daN)

  siendo,

- d = diámetro tornillo.
- e = menor suma de espesores cosidos.

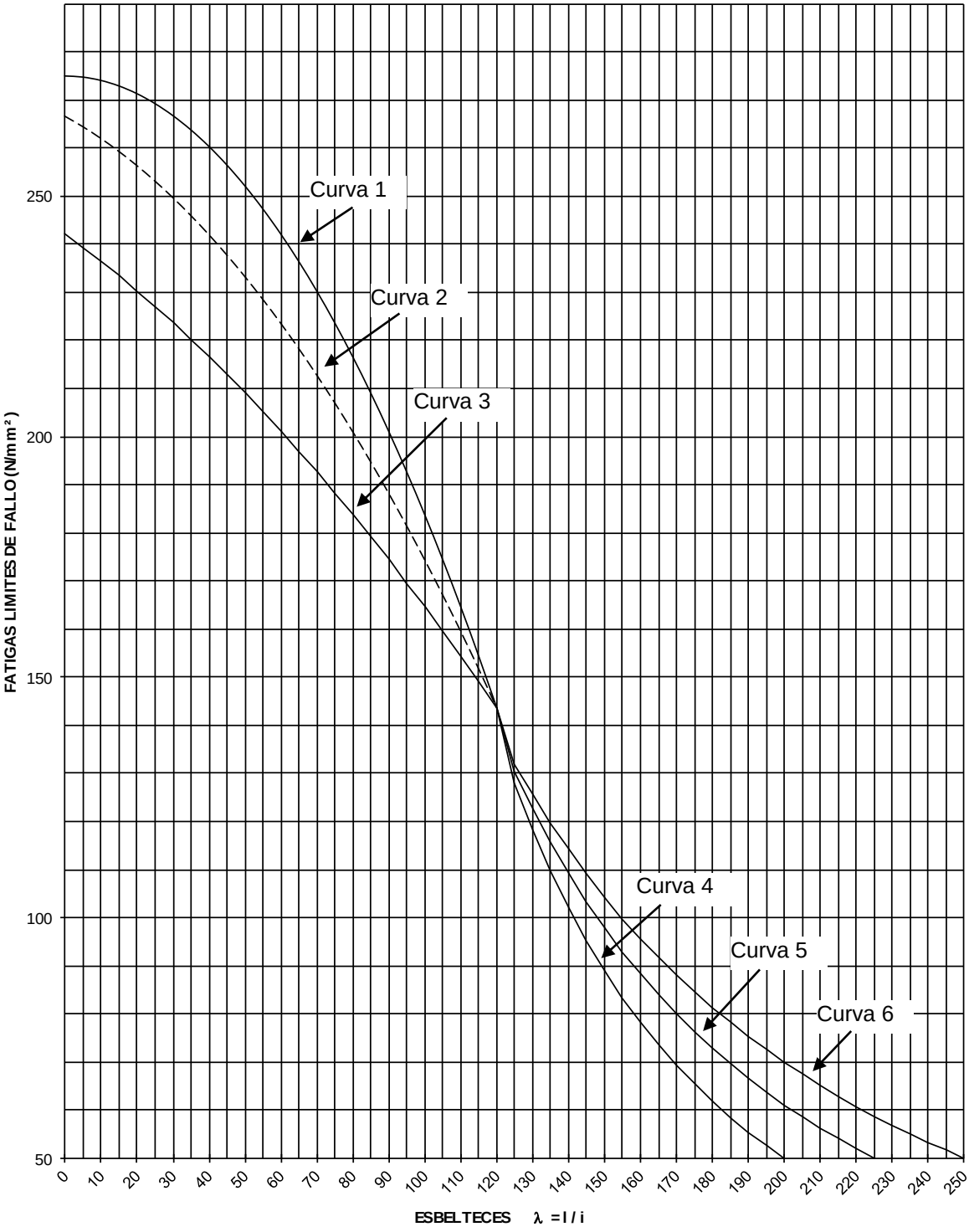
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DIAGRAMAS DE PANDEO
FÓRMULAS ASCE
ACERO S275 (σ_e = 275 N/mm^2)

$\sigma = \sigma e\ [\ 1 - 1/(2C^2)*(KL/R)^2\ ]$ para KL/R <C

$\sigma = 2*10^6/\ (KL/R)^2$ para KL/R >C

$C = \Pi\sqrt{4.2*10^5\ /\ (\sigma e)}$



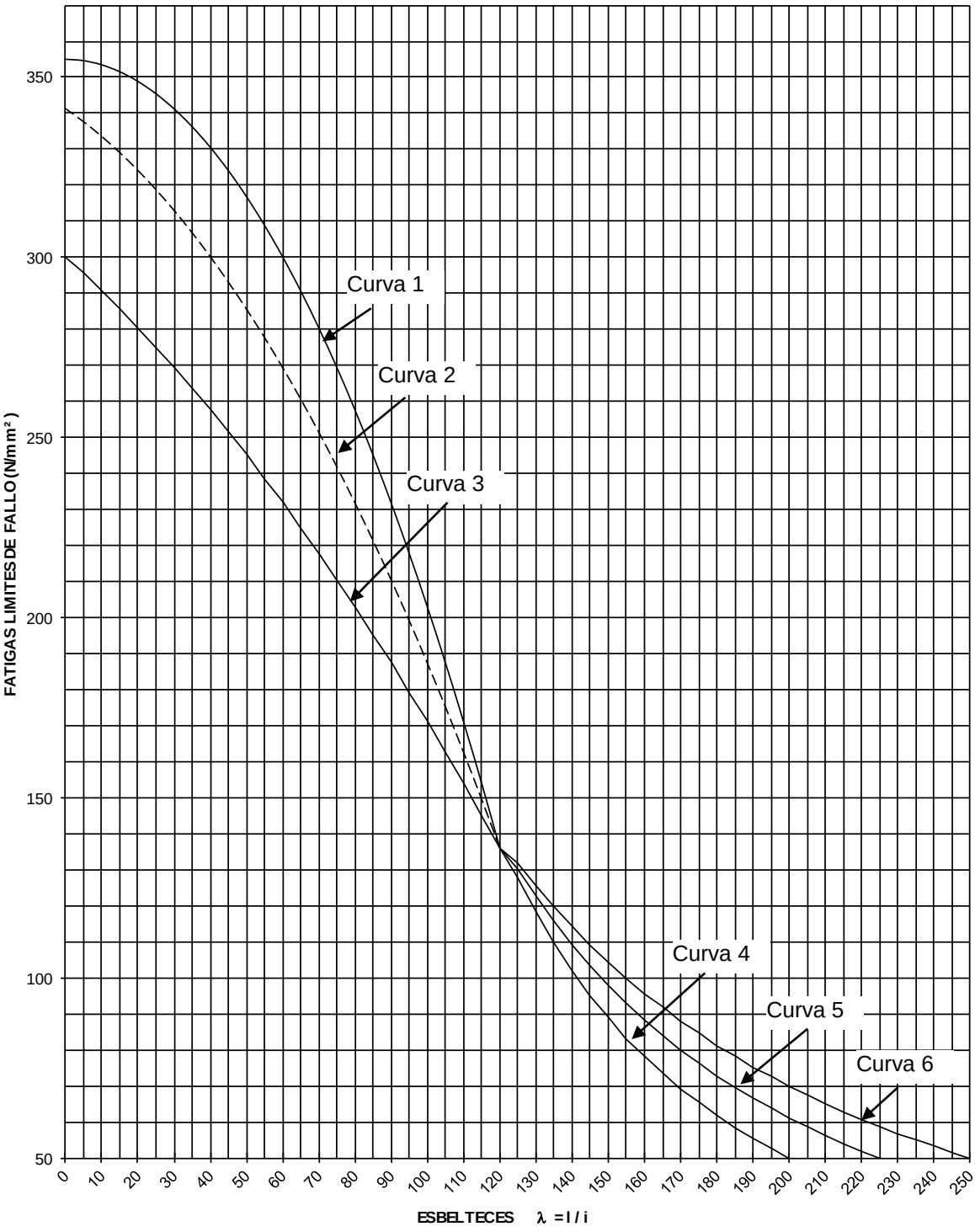
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DIAGRAMAS DE PANDEO
FÓRMULAS ASCE
ACERO S355 (σ_e = 355 N/mm^2)

$\sigma = \sigma e\ [\ 1- 1/(2C^2)*(KL/R)^2\ ]$ para KL/R <C

$\sigma = 2*10^6/\ (KL/R)^2$ para KL/R >C

$C=\Pi\sqrt{4.2*10^5\ /\ (\sigma e)}$



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS

A continuación, se dan los vanos de peso de cada uno de los apoyos de la línea para los diferentes estados contemplados en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Vanos de Peso

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (kg/m)**	**Carga Rotura (kg)**	**Módulo elasticidad (kg/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10.980	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (kg)**	**Tracción (%)**	**Tracción (kg)**
16	1.756,8	40	4.392

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (Kg/m)**	**Resultante (Kg/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (kg/m^3)**	**Peso hielo (kg/m)**	**Presión del viento (Kg/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (kg/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (Kg/m)**	**Resultante (Kg/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (kg/m^3)**	**Peso hielo (kg/m)**	**Presión del viento (Kg/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (kg/m)**		
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Tracción máxima hielo	-20	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Tracción máxima hielo+viento	-20	17,82	750	1,814	12,5	61,04	0,763	1,199	3,108

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Nº de apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Tipo Cadena	Vano Regulador (m)	L	N	Flecha máxima temperatura			Flecha mínima			Tracción máxima viento			Condición inicial
							Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	
T-1N	APOYO S2B 1CT	A0	A	553,1	276,55	-0,025	1.573	1,199	243,75	1.844	1,199	238,1	3.074	2,104	240,025	Tracción máxima hielo+viento
T-124BIS	APOYO 22A26	AD	A	570,56	640,675	0,047	1.579	1,199	702,574	1.834	1,199	712,585	3.068	2,104	709,201	Tracción máxima hielo+viento
T-2N	ESTRUCTURA METALICA LINEAS		A	432,98	266,845	0,053	1.505	1,199	333,36	1.934	1,199	352,334	3.115	2,104	345,338	EDS
T-65BIS	APOYO S2A2 1CT	AC	A	292,28	362,63	-0,102	1.327	1,199	249,716	2.152	1,199	179,54	3.145	2,104	210,14	EDS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Vanos de Peso

Conductor						
Conductor	**Sección (mm^2)**	**Diámetro (mm)**	**Peso (kg/m)**	**Carga Rotura (kg)**	**Módulo elasticidad (kg/mm^2)**	**Coeficiente dilatación (1/ºC)**
CONDUCTOR AL/AW GULL	381	25,4	1,199	10.980	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	**E.D.S. (kg)**	**Tracción (%)**	**Tracción (kg)**
5	549	40	4.392

Zona
C

Condiciones iniciales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (Kg/m)**	**Resultante (Kg/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (kg/m^3)**	**Peso hielo (kg/m)**	**Presión del viento (Kg/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (kg/m)**		
EDS	15	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199

Condiciones finales									
Hipótesis	**Temperatura (ºC)**	**Sobrecarga Hielo**			**Sobrecarga Viento**			**Peso Conductor (Kg/m)**	**Resultante (Kg/m)**
		Espesor manguito (mm)	**Densidad hielo (kg/m^3)**	**Peso hielo (kg/m)**	**Presión del viento (Kg/m^2)**	**Diámetro incluido manguito (mm)**	**Sobrecarga viento (kg/m)**		
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Tracción máxima viento	-15	0	750	0	68,056	25,4	1,729	1,199	2,104
Flecha mínima	-20	0	750	0	0	25,4	0	1,199	1,199
Tracción máxima hielo	-20	17,82	750	1,814	0	61,04	0	1,199	3,013
Tracción máxima hielo+viento	-20	17,82	750	1,814	12,5	61,04	0,763	1,199	3,108

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Nº de apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Tipo Cadena	Vano Regulador (m)	L	N	Flecha máxima temperatura			Flecha mínima			Tracción máxima viento			Condición inicial
							Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	
T-2N	ESTRUCTURA METALICA LINEAS		A	432,98	266,845	0,053	539	1,199	290,695	554	1,199	291,331	969	2,104	291,278	EDS

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CAPÍTULO 5

CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO 2

5.2 CIMENTACIONES PATA DE ELEFANTE 4

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO

Para los apoyos de esta línea aérea-subterránea de transporte de energía eléctrica a 220 kV de E/S SE Foradada de Escalona – Sesué se han diseñado un tipo de cimentación: Pata Elefante (PE).

Todas las cimentaciones se han calculado para dos tipos de suelo: normal y flojo.

Las cimentaciones tipo Pata de Elefante pueden ser armadas (A-PEN/A-PEF) o de hormigón en masa genéricas (PEN/PEF) o particularizadas (N-PEN/N-PEF).

Para las cimentaciones tipo de hormigón en masa (PEN/PEF), anclada (MIX) o tipo monobloque las hipótesis de cálculo se indican al inicio de los cálculos para cada tipo de torre (en sus hojas de cálculo).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Los coeficientes de seguridad que deben cumplir las cimentaciones son de 1,5 si la hipótesis más desfavorable es normal o de 1,2 si es excepcional, según lo estipulado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Como las cimentaciones tipo MIX o PEN/PEF de cada tipo de apoyo se diseñan para las condiciones más desfavorables, es decir, para las reacciones máximas al nivel del terreno correspondientes a las cargas de diseño de los apoyos y a su altura máxima, o por su máxima utilización en la línea en el caso de las tipo N-PEN/N- PEF y A-PEN/A-PEF, no es necesario verificar el cumplimiento de la seguridad reforzada de la cimentación cuando proceda, ya que si el apoyo cumple dicho criterio de seguridad reforzada, la cimentación correspondiente también lo cumplirá de forma implícita.

Finalmente se comprueba la adherencia entre el anclaje de la torre y la zapata de la siguiente forma:

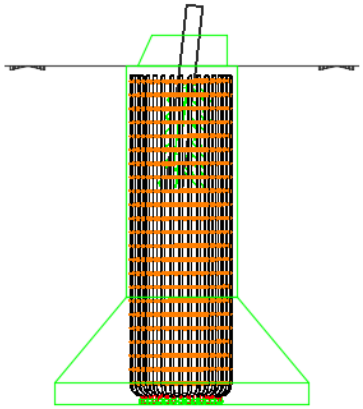
De la carga mayor que transmite el anclaje a la zapata, normalmente la de compresión, se considera que la mitad de esta carga la absorbe la adherencia entre el anclaje y el macizo. (Adherencia acero galvanizado-hormigón = 10 kg/cm^2) y la otra mitad los casquillos de anclaje por la cortadura de los tornillos de unión casquillos-anclaje. Los coeficientes de seguridad de ambas cargas opositoras a que el anclaje deslice de la zapata deben ser

mayor de 1,5 en las hipótesis normales y mayor de 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5.2 CIMENTACIONES PATA DE ELEFANTE

La cimentación armada tipo A-PEN/A-PEF está formada por un macizo de hormigón parcialmente armado en forma de pata de elefante (véase figura) mientras que la cimentación tipo PEN/PEF o N-PEN/N-PEF no lleva armaduras.



Esquema General P.E.A.

El macizo de hormigón se comprueba al arranque, calculándose las fuerzas que se oponen al tiro de la torre y que son:

- Peso propio del macizo de hormigón (peso específico hormigón = A-PEA/A-PEF 2.500kg/m3 / PEN/PEF o N-PEN/N-PEF 2.300 kg/m^3).
- Peso del cono de tierra que arrastraría el macizo de hormigón caso de ser arrancado (peso específico tierras = 1.700 kg/m^3).

Se han considerado dos ángulos de arranque: 30º para terreno normal y 20º para terreno flojo.

El coeficiente de estabilidad del macizo de hormigón, peso opuesto al arranque dividido por la carga nominal de arranque, tiene que ser mayor de 1,5 en las hipótesis normales y mayor de 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.

La comprobación a compresión o aplastamiento del terreno por el macizo de hormigón se realiza calculando todas las cargas que actúan sobre la base del macizo y que son:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- Peso propio del macizo de hormigón.
- Peso de tierras que actúan sobre la solera.
- Carga de compresión ejercida por la torre.

El total de estas cargas, dividido por la superficie de la solera no debe sobrepasar la tensión admisible del terreno (2,9 kg/cm^2 para terreno normal PEN/N-PEN/A-PEN y 2 kg/cm^2 para terreno flojo PEF/N-PEF/A-PEF).

En el caso de las cimentaciones tipo PEN/PEF o N-PEN/N-PEF, el hormigonado se realizará en una sola fase y el anclaje llegará hasta el fondo de la excavación quedando a 10cm del mismo.

El resultado del cálculo se muestra en las siguientes tablas:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 5.1: Acciones de cálculo, coeficientes de seguridad requeridos, etc.

Entrada										
Apoyo	Tipo	Cimiento	Cargas (daN)				Tensión Admisible Terreno. (daN/cm^2)	Angulo Arranque °	Coef. Seguridad	Diámetro peana
			Aplastamiento	Cortante Ap.	Arranque	Cortante Ar.				
T-1N	S2B 1CT-A0	A-PEN	37.202	6.346	30.209	5.392	2,9	30	1,5	1.000
T-124BIS	22A26-AD	A-PEN	41.937	6.534	29.676	5.011	2,9	30	1,5	1.000
T-65BIS	S2A2-AC	N-PEN	24.409	3.988	18.183	3.310	2,9	30	1,5	800

Entrada apoyos no normalizados																		
Apoyo	Tipo	Cimiento	Separación entre patas (m)	Cargas (kg)					Altura de aplicación (m)					Peso (kg)	Tensión Admisible Terreno. (daN/cm^2)	Angulo Arranque (°)	Coef. Seguridad	Diámetro peana (m)	Ángulo peana (º)
				F1	F2	F3	F4	F5	L1	L2	L3	L4	L5						
T-2N	MISTRAL 270 27 TH33e	N-PEN	6,25	6629	6629	6629	3977	3486	27	30,3	33,6	39,5	17,5	15343	2,9	30	1,5	1	29,47

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

Tabla 5.2: Coeficientes de seguridad resultantes

Salida								
Apoyo	Tipo	Cimiento	Terreno		Adherencia		Coef. Arm Long.	Arm Trans.
			C.S. Arranque	Tensión Aplasta. (daN/cm^2)	C.S. Montante	C.S. Bulones	Axil+Flex.(<=1)	Vu2/Vrd(>1)
T-1N	S2B 1CT-A0	A-PEN	1,60	2,3	5,5	6,12	0,95	4,4
T-124BIS	22A26-AD	A-PEN	1,60	2,5	6,5	5,43	0,92	4,4
T-65BIS	S2A2-AC	N-PEN	1,60	1,6	8,8	5,97	N.A.	N.A.

Salida apoyos no normalizados				
Apoyo	Tipo	Cimiento	C.S. Arranque	Tensión Aplasta. (daN/cm^2)
T-2N	MISTRAL 270 27 TH33e	N-PEN	1,991	2,384

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 5.3: Geometría de la cimentación y volúmenes resultantes

Geometría												
Apoyo	Tipo	Cimiento	Pilar (mm)		Uña (mm)		Base (mm)		Altura Total (mm) GG	Volumen Hormigón por zanca (m3)		
			Diámetro GA	Altura GB	Altura GC	Profundidad GD	Diámetro GE	Altura GF		1° Fase GH	2° Fase GI	Total GJ
T-1N	S2B 1CT-A0	A-PEN	1,1	2.364	429	300	1.700	200	2.993	1,76	1,62	3,37
T-124BIS	22A26-AD	A-PEN	1,1	2.338	429	300	1.700	200	2.967	1,73	1,62	3,34
T-65BIS	S2A2-AC	N-PEN	1,1	1.718	429	300	1.700	200	2.347	0	0	2.76
T-2N	MISTRAL 270-27-TH33e	N-PEN	1	2.750	1150	650	2.300	0	3.900	0	0	4,94

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Tabla 5.4: Armado de la cimentación

Armado										
Apoyo	Tipo	Cimiento	Armado Longitudinal por zanca				Armado Transversal por zanca			
			Definición AA	Long. (mm) AB	Patilla (mm) AC	Peso (kg) AD	Definición AE	Long. /ud (mm) AF	Diámetro (mm) AG	Peso (kg) AI
T-1N	S2B 1CT-A0	A-PEN	18 Ø16 c/165	2.742	342	89	13 Ø8 c/208	3,216	960	17
T-124BIS	22A26-AD	A-PEN	17 Ø16 c/174	2.716	342	83	13 Ø8 c/206	3,216	960	17

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 3
PLANOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

Este documento consta de los planos indicados:

	Nº DE PLANO	EDICIÓN	FECHA
PLANTA GENERAL (2 hojas)			
	L0112L001	0	11-23
PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA (4 hojas)			
	L0112L002	0	11-23
ESQUEMA DE CONEXIONADO PAT (2 hojas)			
	L0112L004	0	11-23
APOYOS			
APOYO 22A26	425P001	0	11-22
APOYO MISTRAL 270	L0112P001	0	12-23
APOYO S2A2	120P001	B	09-22
APOYO S2B 1CT	081P001	M	07-23
PELDAÑOS			
PELDAÑO DE SEGURIDAD TIPO 3	SF4H145	D	11-22
PELDAÑO DE SEGURIDAD EN CRUCETAS	SF4H203	B	11-22
CIMENTACIONES			
CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE	PEA001	A	01-23
PEANAS	PEA002	A	01-23
ARMADO TRANSVERSAL	PEA004	A	01-23
ARMADO AUXILIAR	PEA005	A	01-23
TIPO DE BULÓN PARA CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE	PEA006	A	01-23
REPLANTEO DE ANCLAJES Y CIMENTACIONES	PEA007	A	01-23
CADENAS, HERRAJES Y ACCESORIOS			
CADENA AMAR DOBLE SIMPLEX	SF2H2121	F	09-22
CADENA AMAR SENC SIMPLEX	SF2H1126	G	09-22
CONJ AMAR CABLE TIERRA(9.78)	SF4H012	E	11-22
CONJ AMARRE CABLE T/O(15.1-16.99)	SF4H127	F	08-22
GRAPA DE AMARRE	G001	H	08-22
AMORTIGUADOR CABLE TIERRA CONVENCIONAL	SF4H090	E	09-22
AMORTIGUADOR CABLE T/O	SF4H027	H	09-22

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ACCESORIO SENCILLO BAJADA CABLE T/O	SF4H103	C	09-22
ACCESORIO DOBLE BAJADA CABLE T/O	SF4H104	C	09-22
BAJADA CABLE T/O	SF4H105	B	09-22
VARILLAS PROTECCIÓN SEGUNDO AMORT. T/O	SF4H208	E	09-22
SALVAPÁJAROS ASPA GIRATORIA	SF4H222	F	08-22
ESQUEMA DISTRIBUCIÓN SALVAPÁJAROS TIPO ASPA GIRATORIA	EMT-005	C	02-23
<u>AISLAMIENTO</u>			
AISLAMIENTO DE VIDRIO	A001	L	08-22
<u>PUESTA A TIERRA APOYOS</u>			
VALLA AISLADA PARA APOYOS FRECUENTADOS	PAT008	D	11-22
ANILLOS DE PAT APOYOS PAS	PAT009	C	11-22
GRAPAS DE CONEXIÓN DE PAT	PAT012	A	08-22
PAT EN APOYOS CIMENTACIÓN PATAS SEPARADAS	PAT013	B	11-22
ANILLO PAT EN APOYO NO FRECUENTADO	PAT014	F	11-22
<u>ZANJAS</u>			
ZANJA TIPO ENTUBADA 220 kV DOBLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	LSZ001	Q	10-22
ZANJA TIPO ENTUBADA 220 kV SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	LSZ002	Q	10-22
<u>PLANOS DETALLE TELECOMUNICACIONES</u>			
ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES	LST003	D	07-22
ZANJA TIPO TELECOMUNICAIONES CON 6 MONOTUBOS	LST008	0	10-22
ZANJA TIPO TELECOMUNICAIONES CON 3 MONOTUBOS	LST009	0	10-22
<u>MANDRILES</u>			
MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 250	LSMA001	E	08-22
MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 160	LSMA003	B	08-22
MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 110	LSMA004	E	08-22
MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 40	LSMA005	C	08-22
<u>SEPARADORES</u>			
SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE Ø250 Y 2 TUBOS DE Ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO Ø160	LSSE010	0	10-22
SEPARADOR DE DOS TUBOS DE Ø160	LSSE013	0	10-22
<u>SOPORTES METÁLICOS</u>			
SOPORTE PARA LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE 66, 132 Y 220 kV EN EL SUELO DE LOS SOTANOS	LSS008	F	07-22

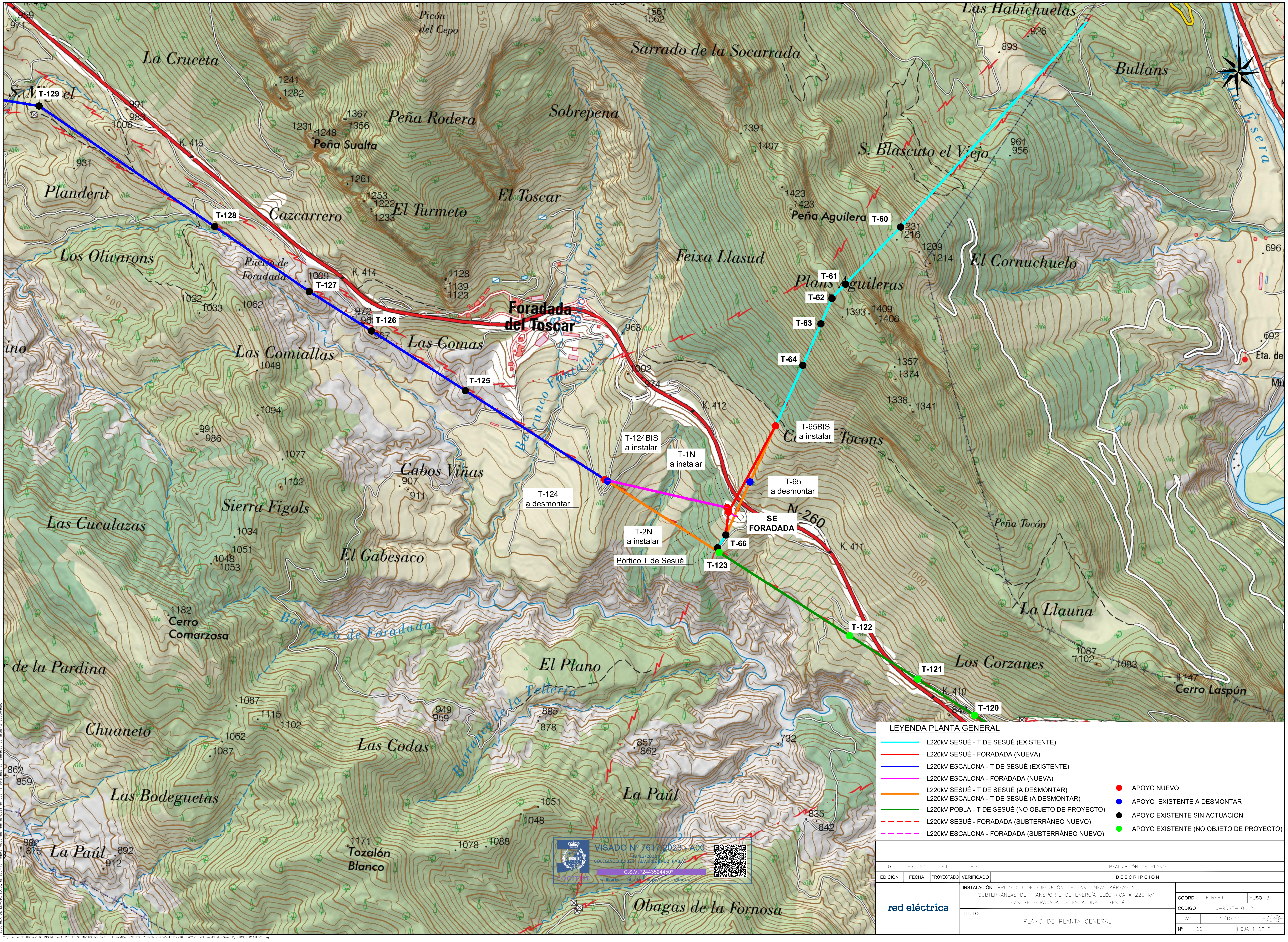
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DE LAS SUBESTACIONES TIPO GIS			
SOPORTE CRUZAMIENTO CABLES SÓTANO GIS	LSS009	B	07-22
BRIDA-SOPORTE PARA CABLE DE PUESTA A TIERRA EN APOYO PAS Y SOPORTE METALICO	LSS011	A	07-22
BRIDA METÁLICA UNIPOLAR	LSS015	A	07-22
BRIDA METÁLICA TRIPOLAR	LSS016	A	07-22
SOPORTE PIE SÓTANO GIS BRIDA TRIPOLAR	LSS017	0	06-23
SOPORTE CAJA CONEXIÓN PANTALLAS (CCP) SÓTANO GIS (2 hojas)	LSS018	0	06-23
CONJUNTO SOPORTE SUBIDA GIS PARA 220 kV y 132 kV GIS TRSBOLILLO TRASERO (3 hojas)	LSS019	0	06-23
SOPORTE PIE SÓTANO GIS BRIDA UNIPOLAR	LSS020	0	06-23
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEO			
ESQUEMA SISTEMA PUESTA A TIERRA DE TERMINAL EXTERIOR Y PARARRAYOS EN LOS APOYOS DE BAJADA A SUBTERRÁNEO	LSTI003	G	08-22
ESQUEMA TIPO DISPOSICIÓN DE TUBOS EN APOYO TIPO S2B (2 hojas)	L0112V001	0	11-23
VARIOS			
PLACA DE IDENTIFICACIÓN CABLES SUBTERRÁNEOS	LSV009-B	B	09-22
ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LÍNEA AÉREA CON PARARRAYOS Y BOTELLAS TERMINALES EN APOYO S2B	LSV023-A	A	08-22

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Sevilla, diciembre de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324



LEYENDA PLANTA GENERAL

- L220kV SESUÉ - T DE SESUÉ (EXISTENTE)
- L220kV SESUÉ - FORADADA (NUEVA)
- L220kV ESCALONA - T DE SESUÉ (EXISTENTE)
- L220kV ESCALONA - FORADADA (NUEVA)
- L220kV SESUÉ - T DE SESUÉ (A DESMONTAR)
- L220kV ESCALONA - T DE SESUÉ (A DESMONTAR)
- L220kV POBLA - T DE SESUÉ (NO OBJETO DE PROYECTO)
- L220kV SESUÉ - FORADADA (SUBTERRÁNEO NUEVO)
- L220kV ESCALONA - FORADADA (SUBTERRÁNEO NUEVO)
- APOYO NUEVO
- APOYO EXISTENTE A DESMONTAR
- APOYO EXISTENTE SIN ACTUACIÓN
- APOYO EXISTENTE (NO OBJETO DE PROYECTO)

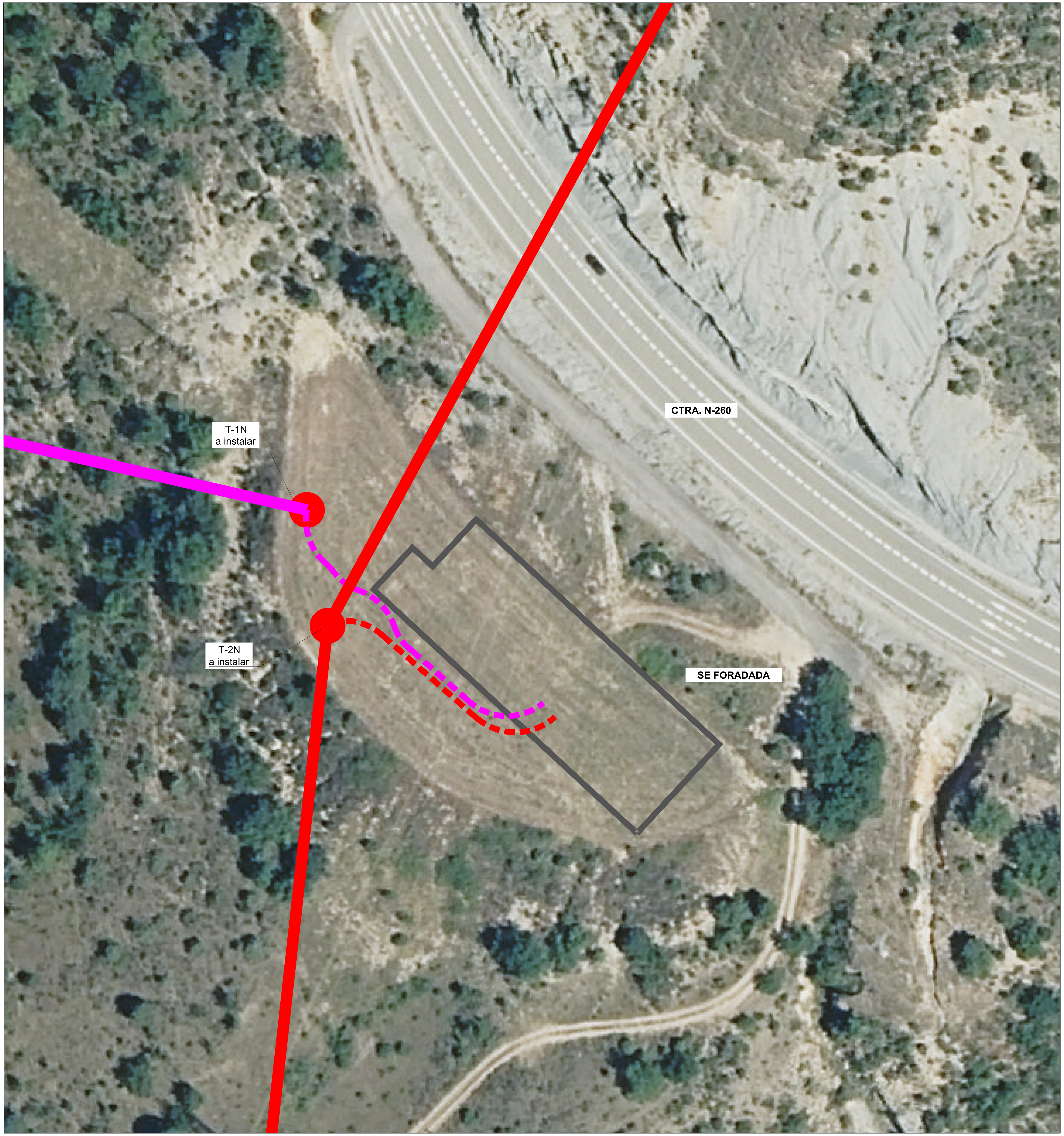
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	nov-23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

TÍTULO: PLANO DE PLANTA GENERAL

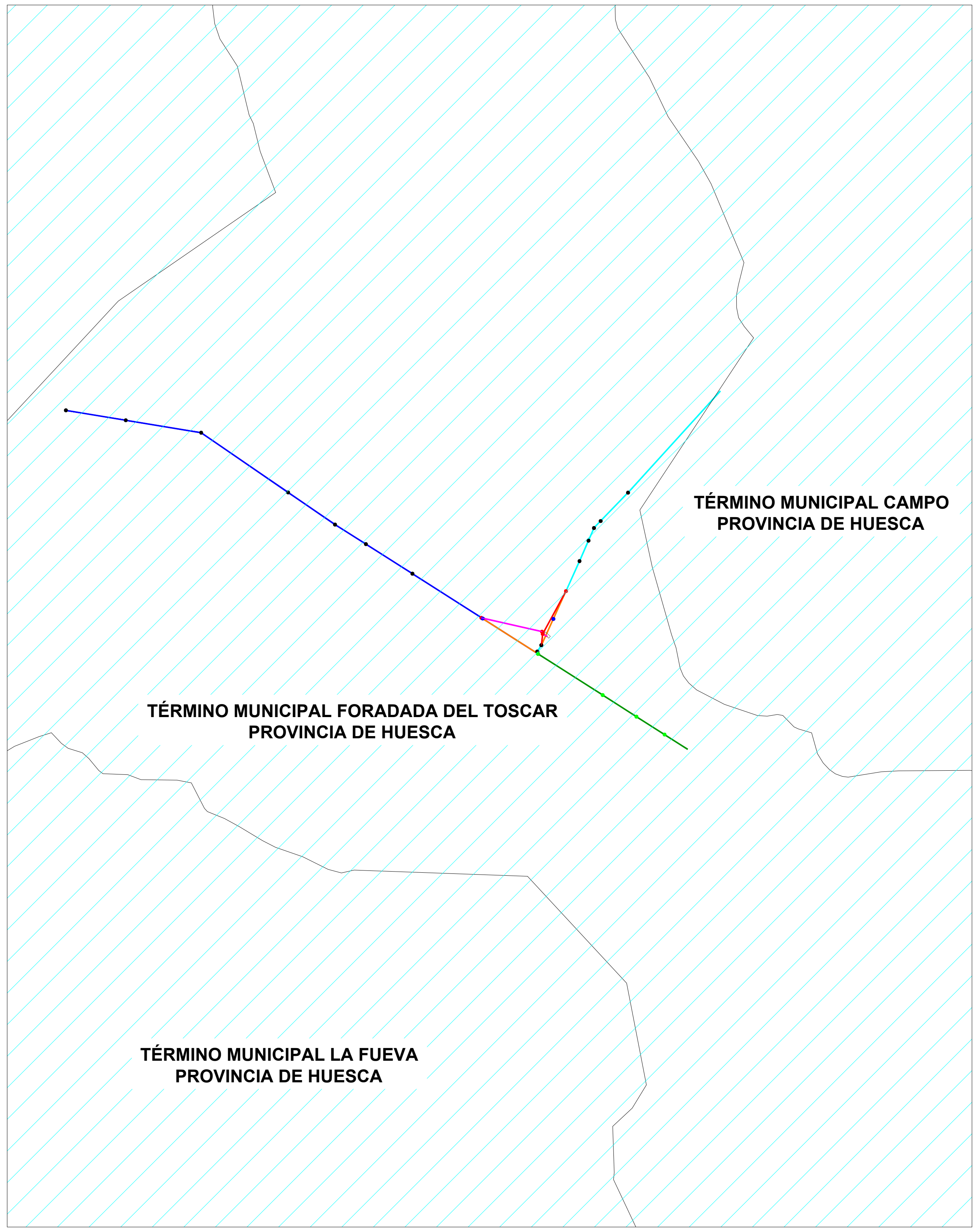
COORD.	ETRS89
HUSO	31
CODIGO	J-90G5-L0112
A2	1/10.000
Nº	L001
HOJA	1 DE 2



N
O E
S

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ESQUEMA



ESCALA=1:50.000

LEYENDA PLANTA GENERAL

- L220kV SESUÉ - T DE SESUÉ (EXISTENTE)
- L220kV SESUÉ - FORADADA (NUEVA)
- L220kV ESCALONA - T DE SESUÉ (EXISTENTE)
- L220kV ESCALONA - FORADADA (NUEVA)
- L220kV SESUÉ - T DE SESUÉ (A DESMONTAR)
  L220kV ESCALONA - T DE SESUÉ (A DESMONTAR)
- L220kV POBLA - T DE SESUÉ (NO OBJETO DE PROYECTO)
- L220kV SESUÉ - FORADADA (SUBTERRÁNEO NUEVO)
- L220kV ESCALONA - FORADADA (SUBTERRÁNEO NUEVO)

- APOYO NUEVO
- APOYO EXISTENTE A DESMONTAR
- APOYO EXISTENTE SIN ACTUACIÓN
- APOYO EXISTENTE (NO OBJETO DE PROYECTO)

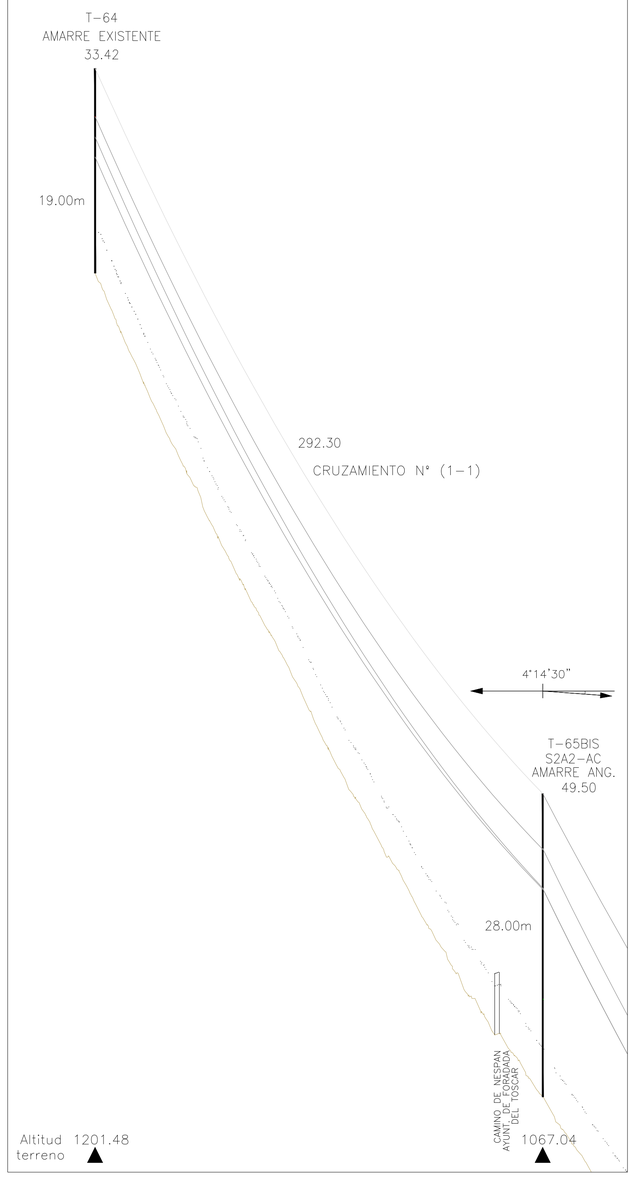
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	nov-23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

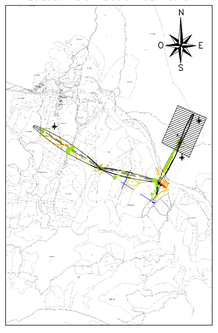
INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

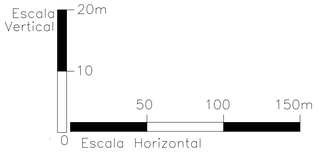
TÍTULO PLANO DE PLANTA GENERAL TRAMOS SUBTERRÁNEOS

COORD. ETRS89	HUSO 31
CODIGO J-90G5-L0112	
A2	1/500
Nº L001	HOJA 2 DE 2



ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





INCUMPLIMIENTO DE VEGETACIÓN

ZONA PROTECCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS SEGÚN APDO.5.6.1 ITC-LAT-07

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. "2443524450"
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	NOV-2023	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

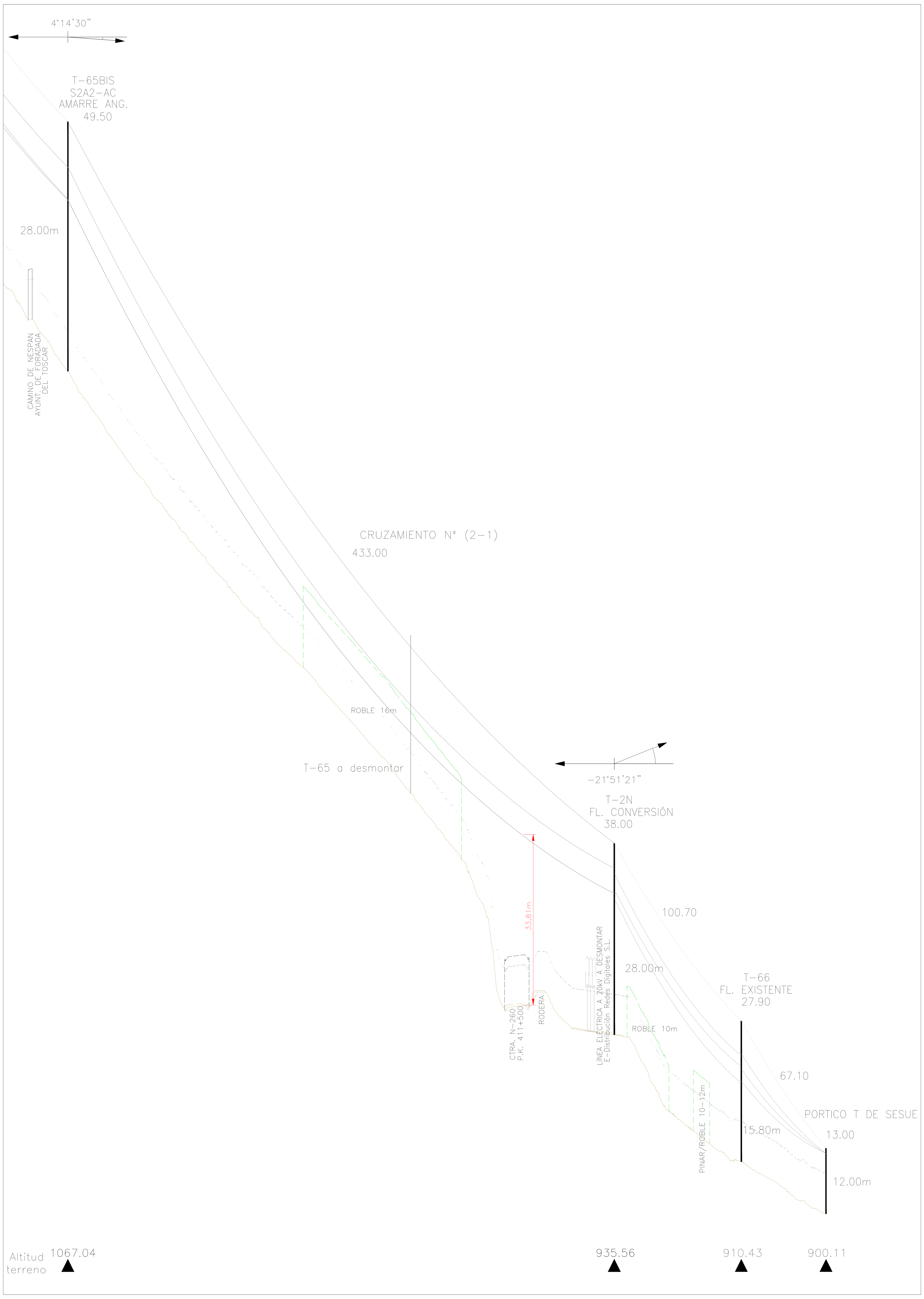
INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

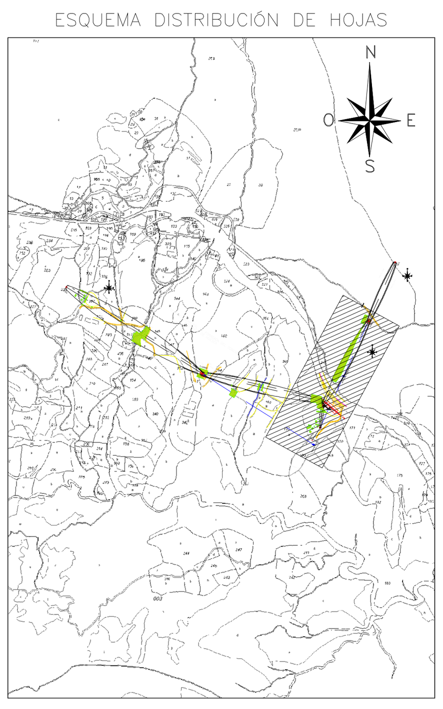
TÍTULO: PLANO DE PERFIL Y PLANTA "Entronque en la línea existente" SE FORADADA – SESUÉ

COORD.	ETRS89	HUSO	31
CÓDIGO	J-9005-L0112		
A1	V=1:500 H=1:2000		
Nº	L002	HOJA	01 DE 04

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su nombre y en el de sus sociedades filiales, se reserva expresamente los derechos de propiedad intelectual del presente documento, así como los de explotación, reproducción, distribución, comunicación pública, transformación o cualquier otro derecho que pueda ejercitarse sobre el mismo, de conformidad con la legislación vigente. Queda prohibida su cesión a terceros sin el consentimiento expreso y por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Y:\2. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\1527 ES FORADADA L=SESUE\3. PLANOS_J=9005-L0112\LT0. PROYECTO\Planos\Vistas\J=9005-L0112L002.dwg





Escala Vertical 20m 10

0 50 100 150m Escala Horizontal

INCUMPLIMIENTO DE VEGETACIÓN

ZONA PROTECCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS SEGÚN APDO.5.6.1 ITC-LAT-07

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	NOV-2023	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

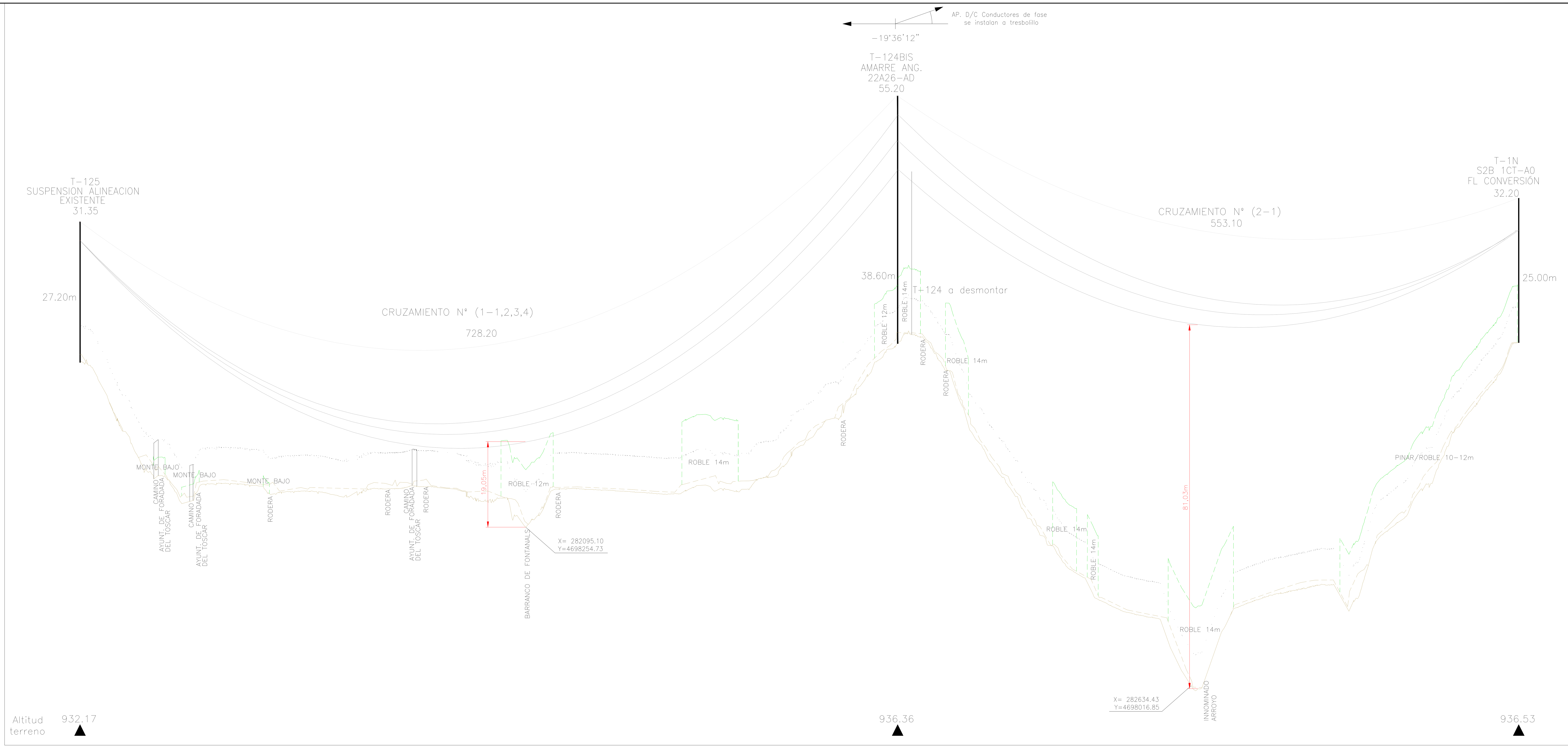
INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ

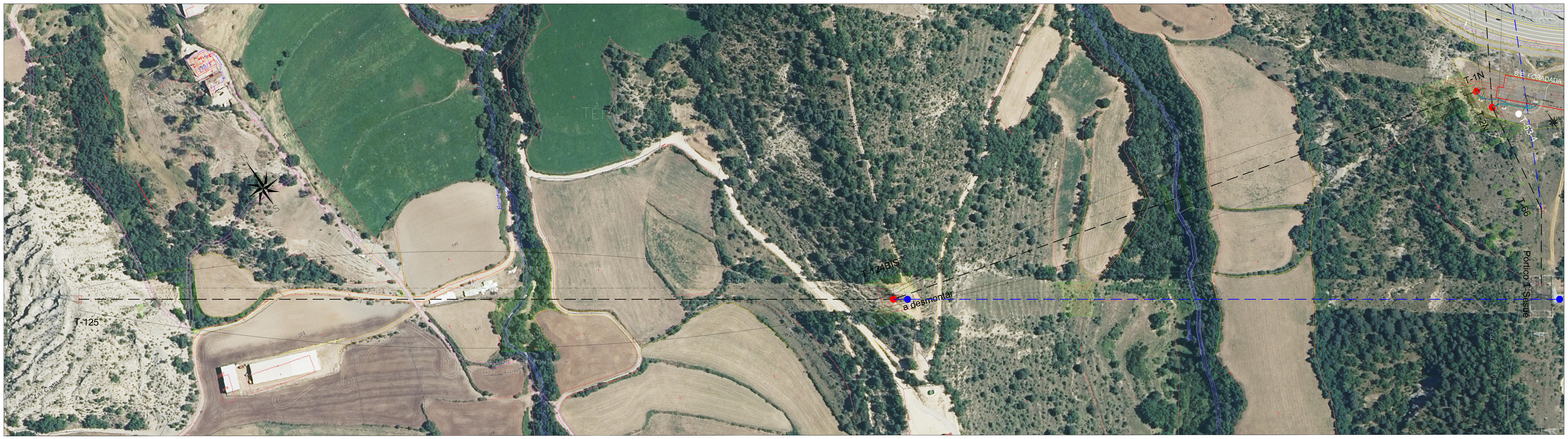
TÍTULO: PLANO DE PERFIL Y PLANTA "Tramo línea nueva" SE FORADADA - SESUÉ

COORD.	ETRS89	HUSO	31
CODIGO	J-90G5-L0112		
A1V	V=1:500 H=1:2000		
Nº	L002	HOJA 02 DE 04	

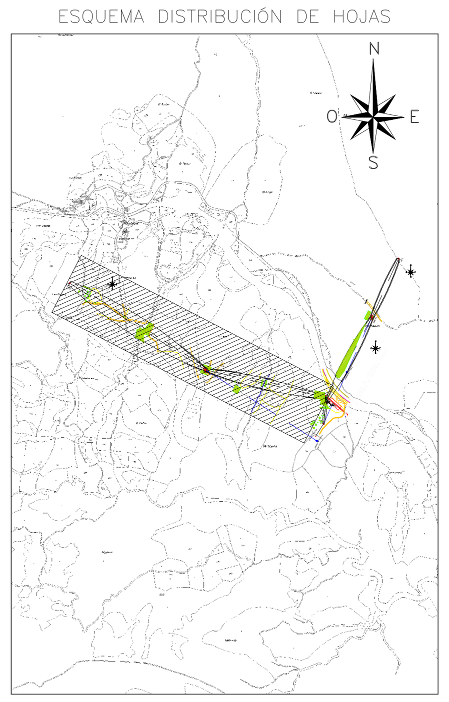
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

Y:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\1027 ES FORADADA L-SESESL PSRMDN_J-90G5-L0112\10. PROYECTO\Planos\Hojas\J-90G5-L0112L002.dwg





ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



Escala Vertical: 0 – 10 – 20m

Escala Horizontal: 0 – 50 – 100 – 150m

INCUMPLIMIENTO DE VEGETACIÓN

ZONA PROTECCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS SEGÚN APDO.5.6.1 ITC-LAT-07

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	NOV-2023	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

TÍTULO: PLANO DE PERFIL Y PLANTA "Tramo línea nueva" SE FORADADA – ESCALONA

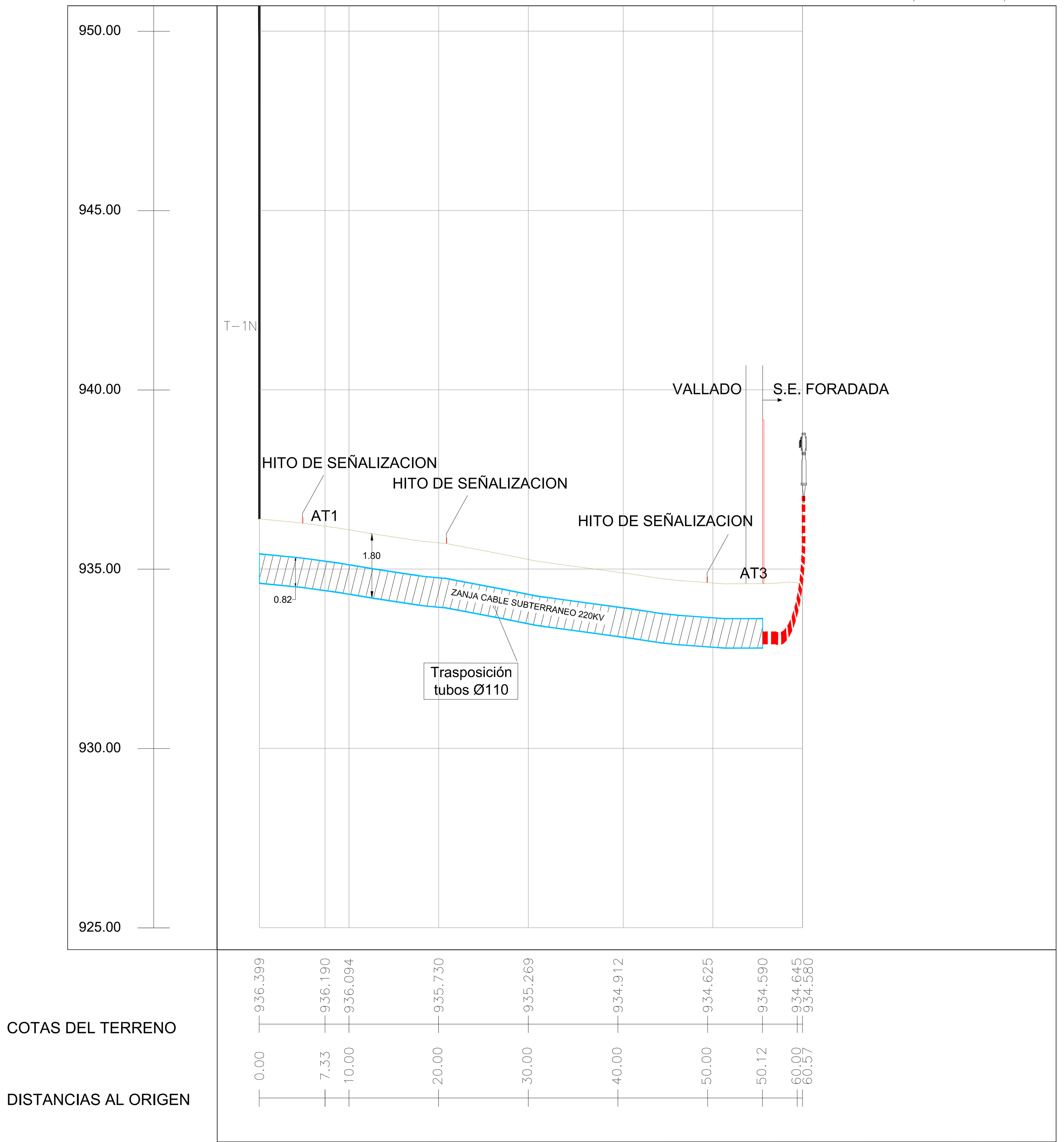
COORD.	ETRS89	HUSO	31
CODIGO	J-90G5-L0112		
A1	V=1:500 H=1:2000		
Nº	L002	HOJA 03 DE 04	

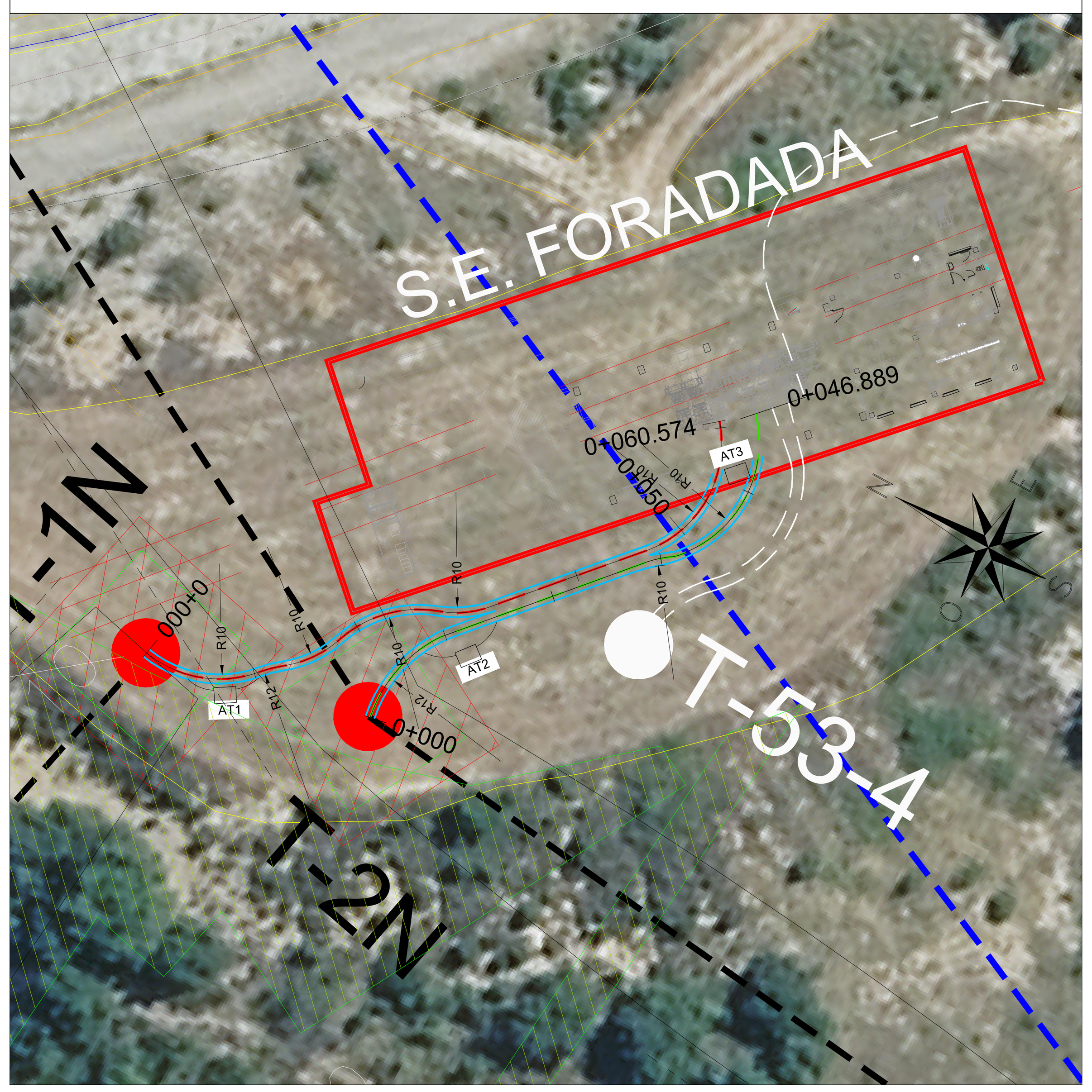
RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

Y:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\1027 ES FORADADA L-SESESL PSRMDN_J-90G5-L0112\10. PROYECTO\Planos\Hojas\J-90G5-L0112L002.dwg

T.M.FORADADA DEL TOSCAR

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125

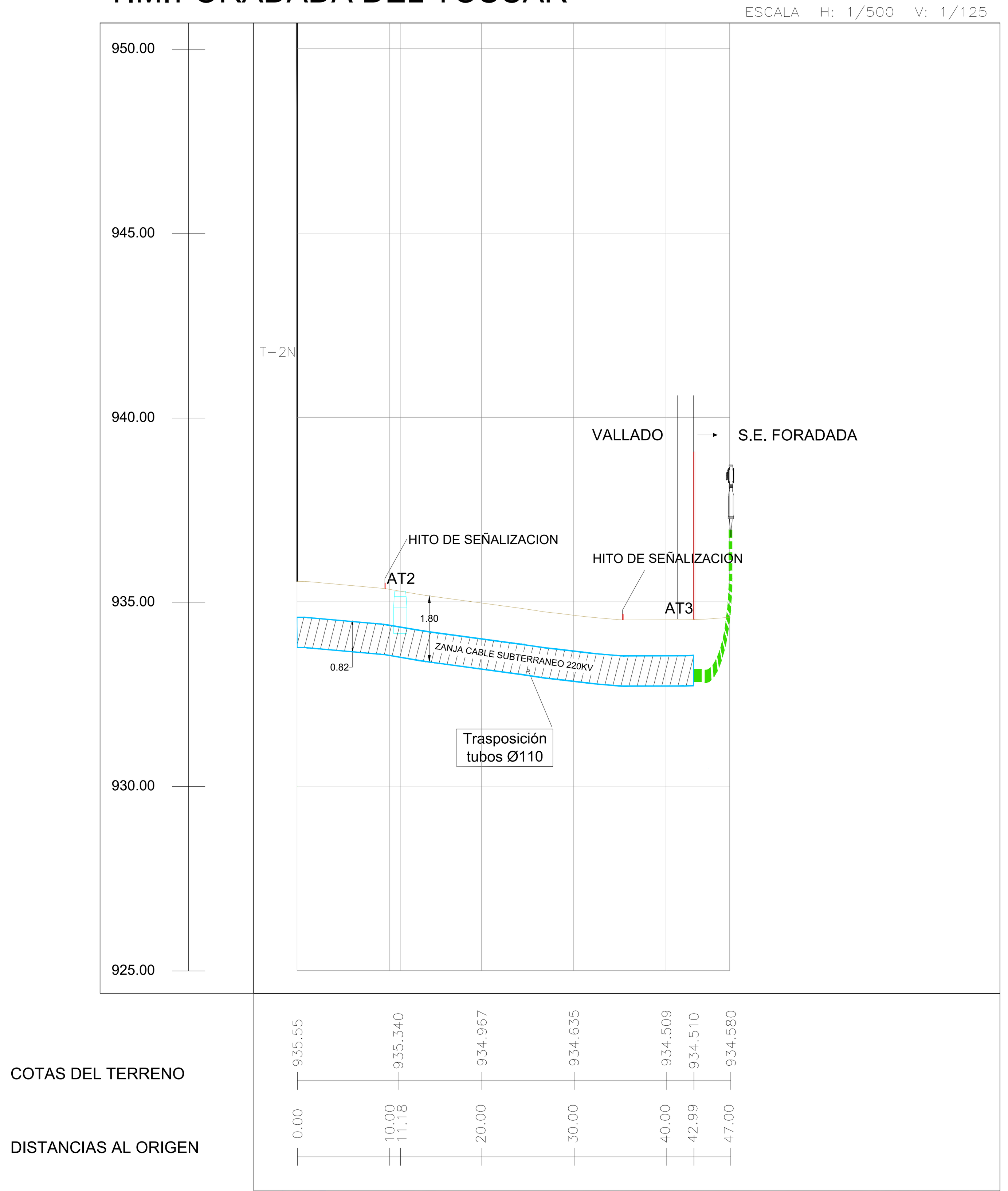


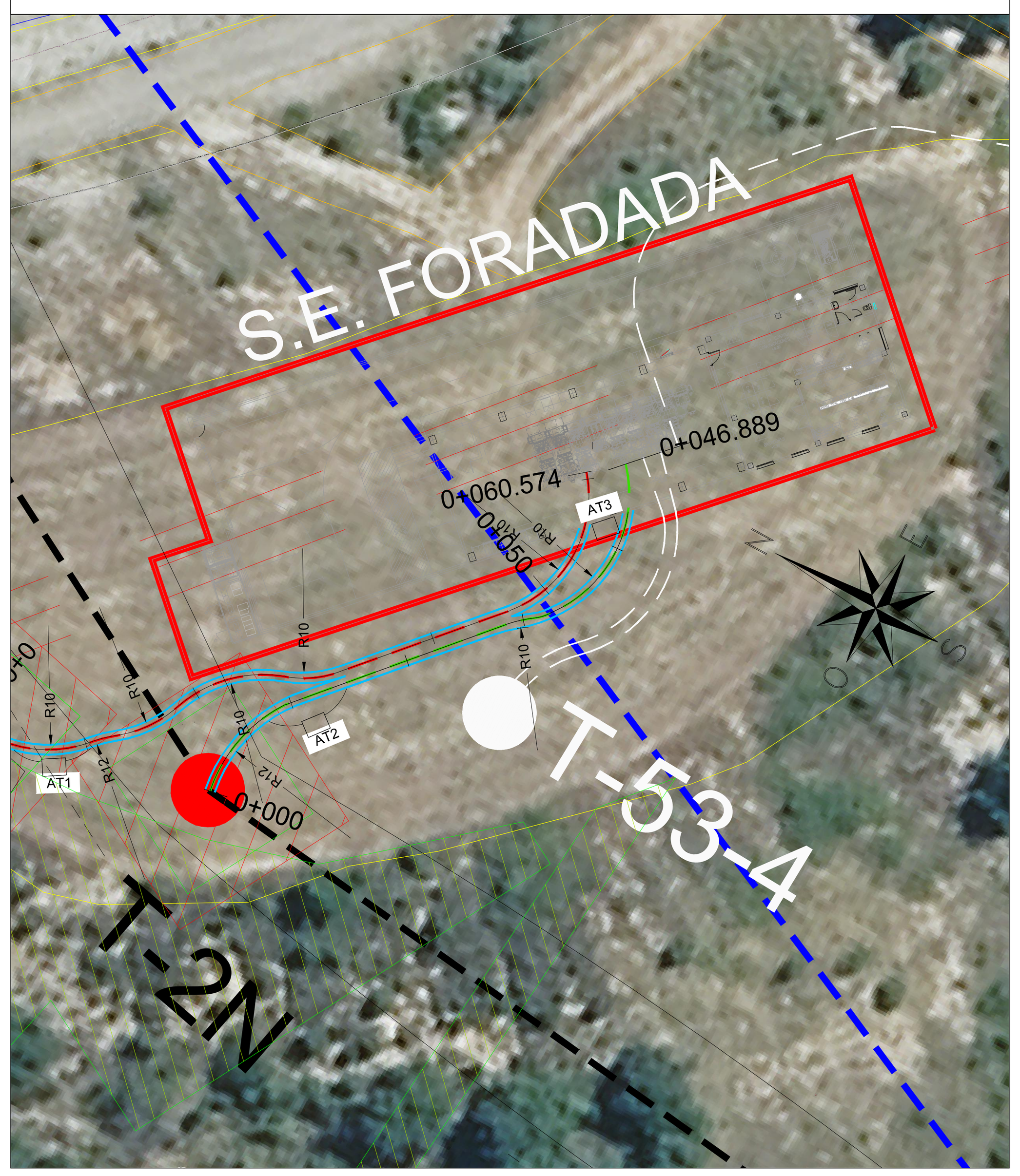


PLANTA
ESCALA 1/500

T.M.FORADADA DEL TOSCAR

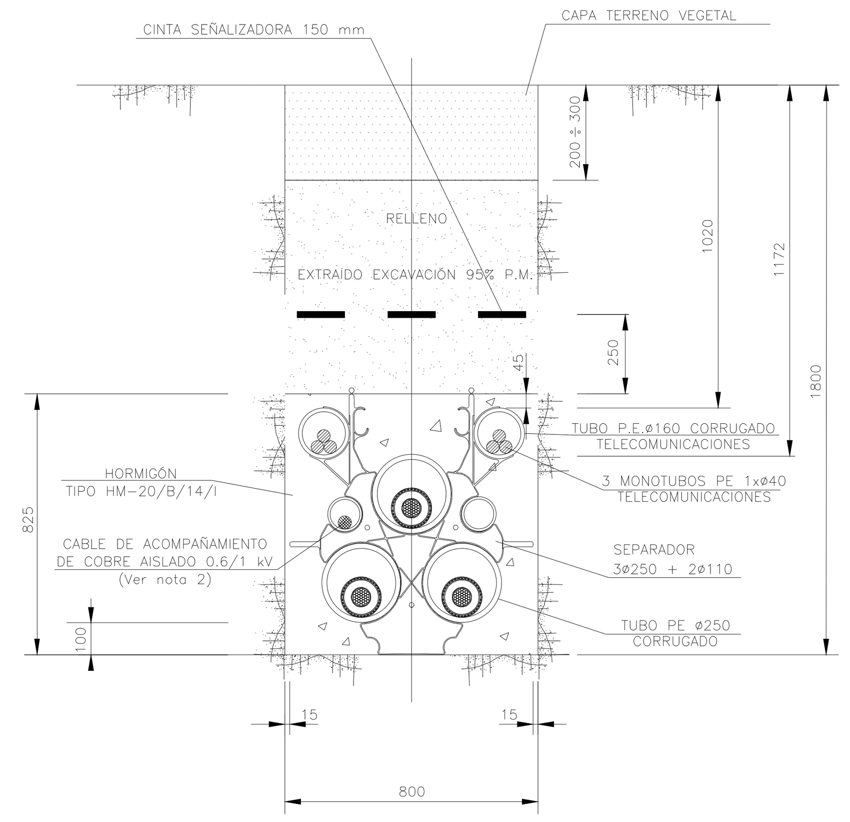
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125





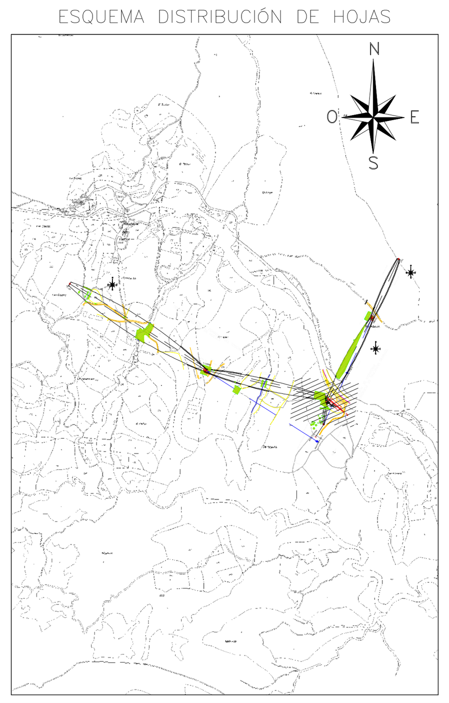
PLANTA
ESCALA 1/500

CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



DETALLE ZANJA TIPO ENTUBADA 220 kV
SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PERFIL
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- ARQUETA DOBLE

LEYENDA PLANTA

- ZANJA SIMPLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1 ESCALONA-FORADADA
- CABLE CIRCUITO 2 SESUÉ-FORADADA

ESCALAS

1/500 0 10m 20m
1/125 0 2.5m 5m
ORIGINALES A1 GRÁFICAS

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	NOV-2023	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

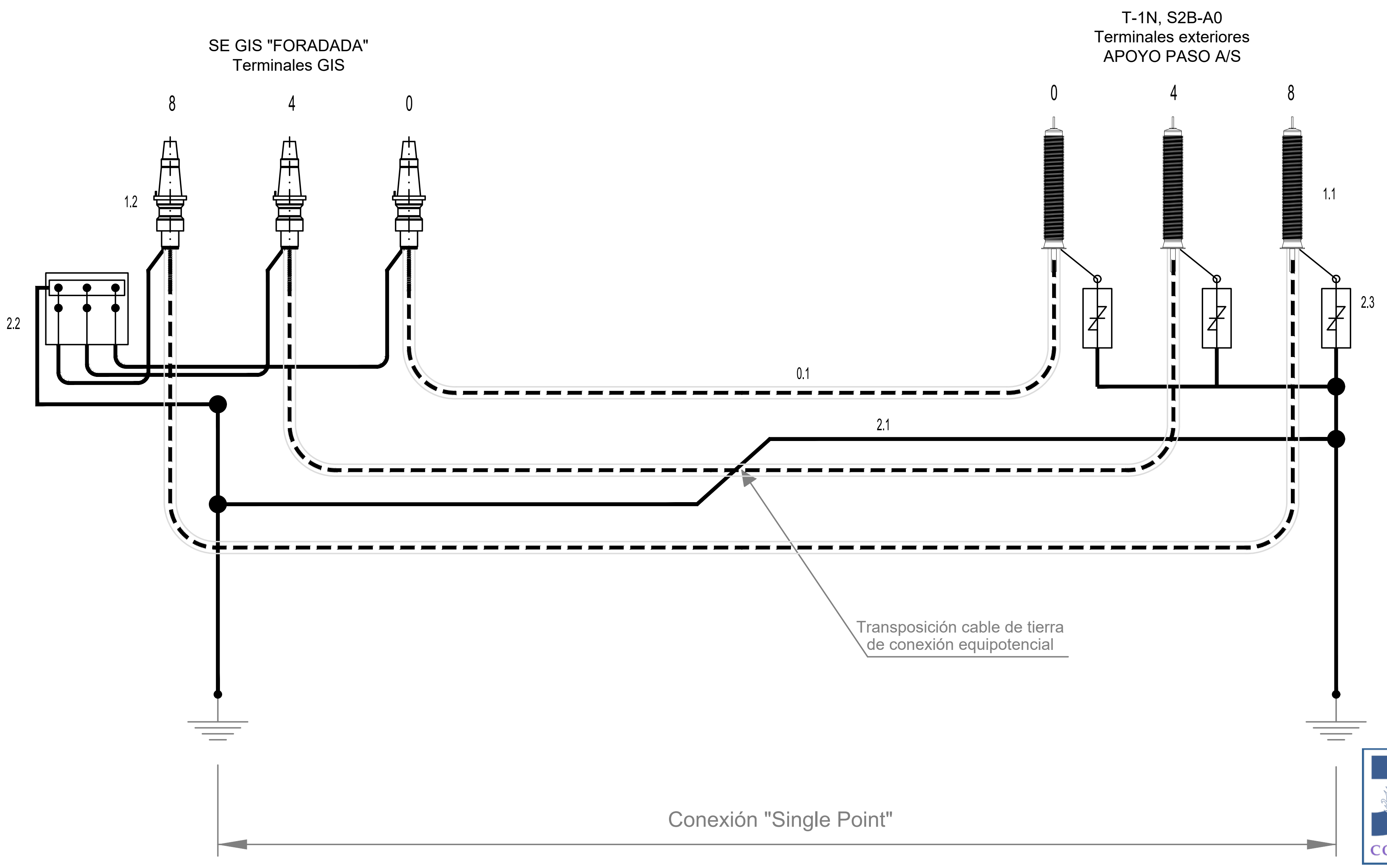
INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ

TÍTULO PLANO DE PERFIL Y PLANTA "Tramo línea nueva"

COORD. ETRS89 HUSO 31
CODIGO J-90G5-L0112
A1 V=1:500 H=1:2000
Nº L002 HOJA 04 DE 04

SESESL PSRMDN_J-90G5-L0112\10. PROYECTO\Planos\Hojas\J-90G5-L0112L002.dwg

L/220 kV S/C FORADADA – ESCALONA
(Tramo entre apoyo T-1N – SE Foradada)



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

REF.	DESIGNACION	TIPO
2.3	CAJA UNIPOLAR PaT DIRECTA CON DESCARGADOR	CCP–1–TD–U
2.2	CAJA TRIPOLAR PaT DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP–3–T–U
2.1	CABLE EQUIPOTENCIAL	CABSP–U 240CU–AS XLPE
1.2	TERMINAL EXTERIOR GIS	TER–GIS 245–D 2000MCu+T 50kA
1.1	TERMINAL EXTERIOR	TER–EXT 245–AF P–III 2000MCu+T 50kA XLPE

ACCESORIOS

REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD TRAZA	LONGITUD CABLE
0.1	RHZ1–RA+2OL(AS) 1X2000M+T375AL	1x2000/220 kV	≃ 61 m	≃ 98 m

CABLE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	nov–23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

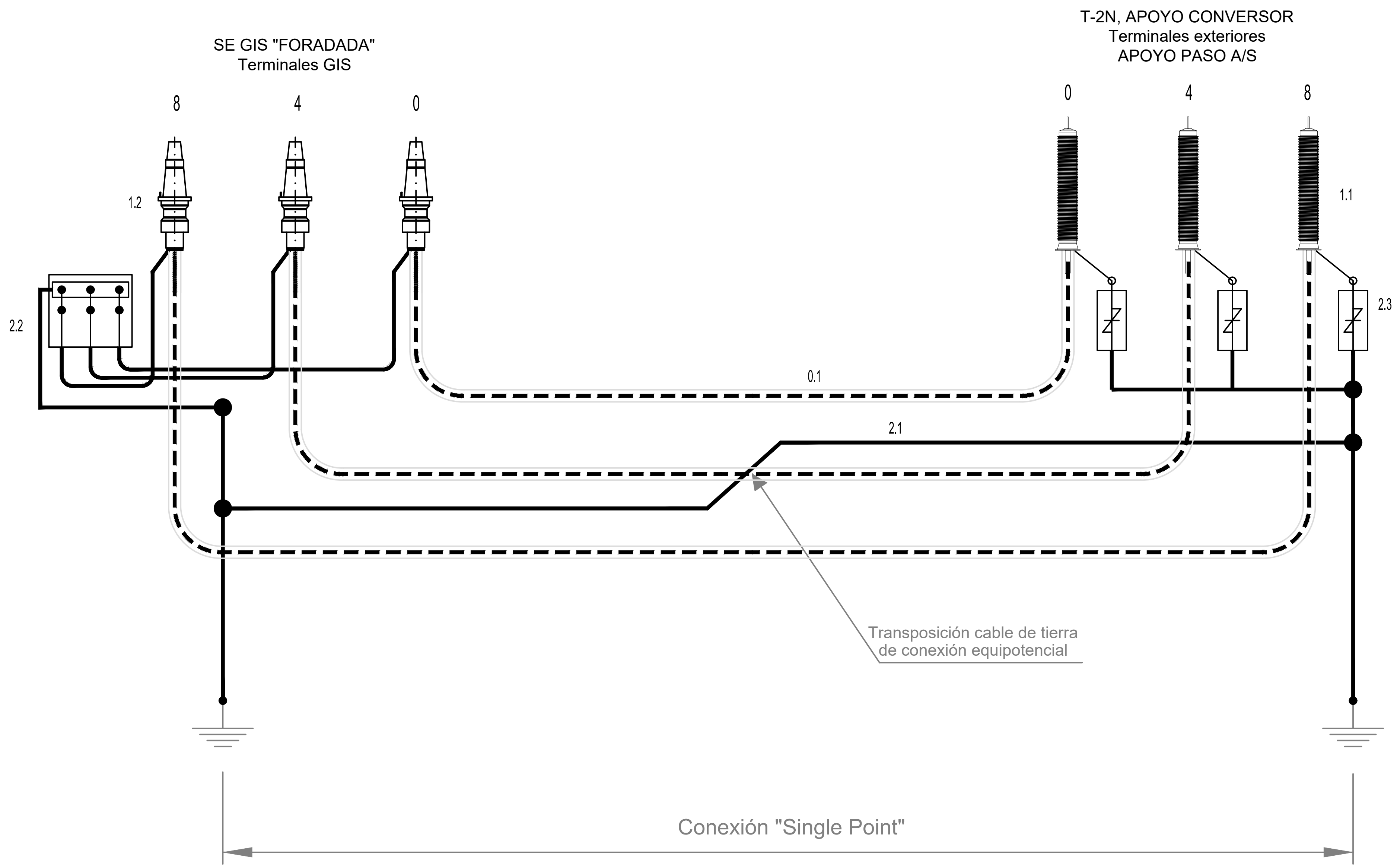
red eléctrica

INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

TÍTULO: PLANO DE CONEXIONADO DE PANTALLA

COORD.	HUSO
CODIGO	J–90G5–L0112
A3	S/E
Nº L004	HOJA 1 DE 2

L/220 kV S/C FORADADA – SESUÉ
(Tramo entre apoyo T–2N – SE Foradada)



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

REF.	DESIGNACION	TIPO
2.3	CAJA UNIPOLAR PaT DIRECTA CON DESCARGADOR	CCP–1–TD–U
2.2	CAJA TRIPOLAR PaT DIRECTA CABLE UNIPOLAR	CCP–3–T–U
2.1	CABLE EQUIPOTENCIAL	CABSP–U 240CU–AS XLPE
1.2	TERMINAL EXTERIOR GIS	TER–GIS 245–D 2000MCu+T 50kA
1.1	TERMINAL EXTERIOR	TER–EXT 245–AF P–III 2000MCu+T 50kA XLPE

ACCESORIOS

REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD TRAZA	LONGITUD CABLE
0.1	RHZ1–RA+2OL(AS) 1X2000M+T375AL	1x2000/220 kV	≃ 47 m	≃ 98 m

CABLE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	nov–23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

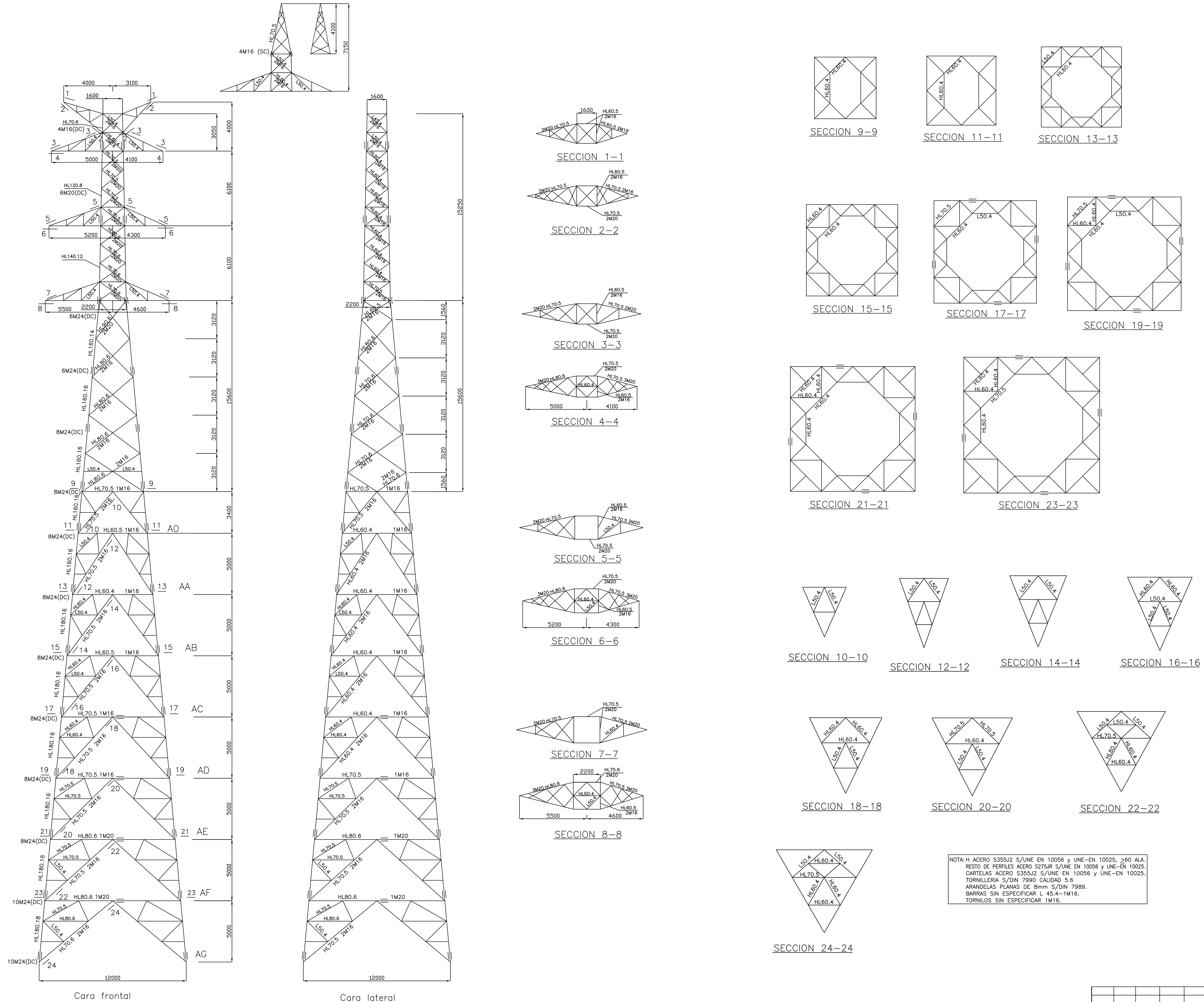
TÍTULO: PLANO DE CONEXIONADO DE PANTALLA

COORD. | HUSO

CODIGO: J–90G5–L0112

A3 | S/E

Nº L004 | HOJA 2 DE 2



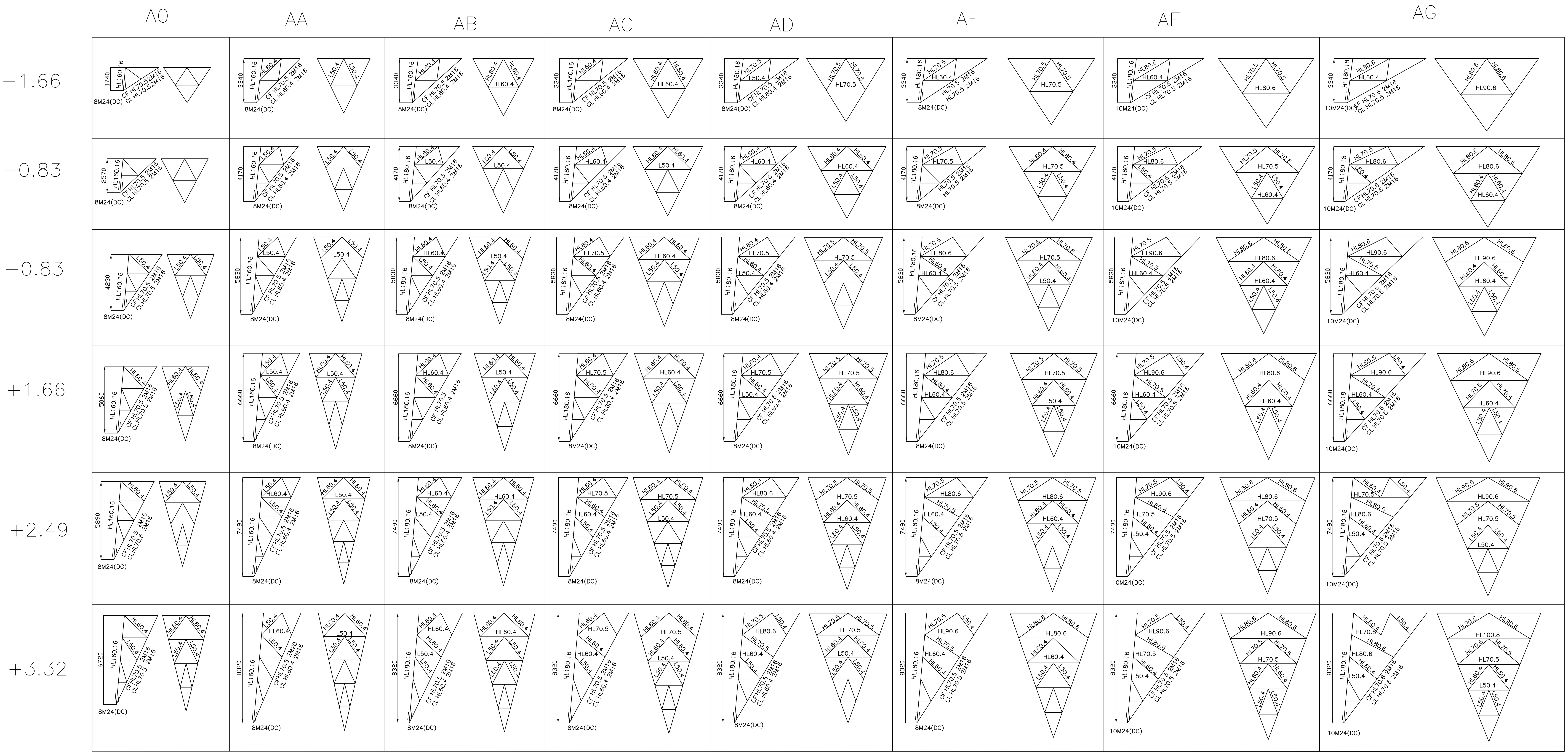
NOTA: H ACERO S355J2 S/UNE EN 10056 y UNE–EN 10025, ≥60 ALA.
RESTO DE PERFILES ACERO S275JR S/UNE EN 10056 y UNE–EN 10025.
CARTELAS ACERO S355J2 S/UNE EN 10056 y UNE–EN 10025.
TORNILLERIA S/DIN 7990 CALIDAD 5.6
ARANDELAS PLANAS DE 8mm S/DIN 7989.
BARRAS SIN ESPECIFICAR L 45.4–1M16.
TORNILOS SIN ESPECIFICAR 1M16.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

0	Nov.–22	M.C.S.	R.P.M.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS	COORD. N/A	HUSO N/A
TÍTULO: LINEA 2 CIRCUITOS , 220 kV APOYO TIPO 22A26 , ANGULO 26 ° ESQUEMA	CODIGO N/A	
	A1	S/E
	Nº 425P001	HOJA 1 DE 2



NOTA: H ACERO S355J2 S/UNE EN 10056 y UNE−EN 10025, ≥60 ALA.
RESTO DE PERFILES ACERO S275JR S/UNE EN 10056 y UNE−EN 10025.
CARTELAS ACERO S355J2 S/UNE EN 10056 y UNE−EN 10025.
TORNILLERIA S/DIN 7990 CALIDAD 5.6
ARANDELAS PLANAS DE 8mm S/DIN 7989.
BARRAS SIN ESPECIFICAR L 45.4−1M16.
TORNILOS SIN ESPECIFICAR 1M16.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

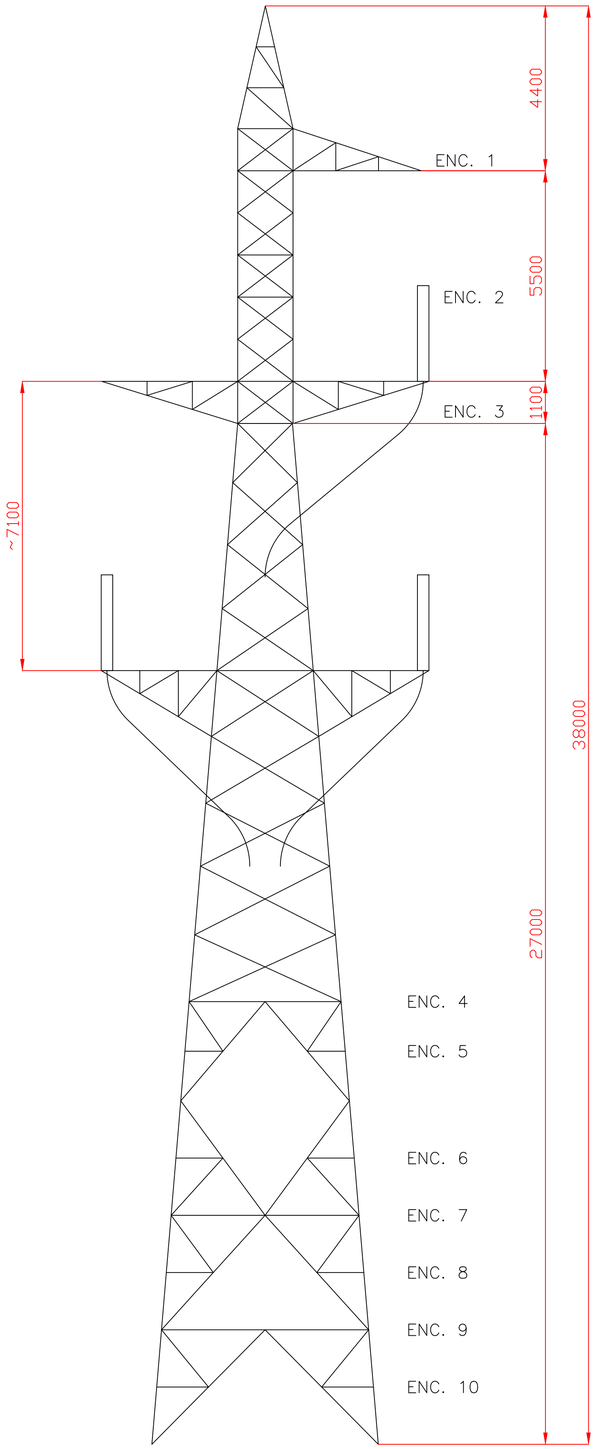
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	Nov.−22	M.C.S.	R.P.M.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

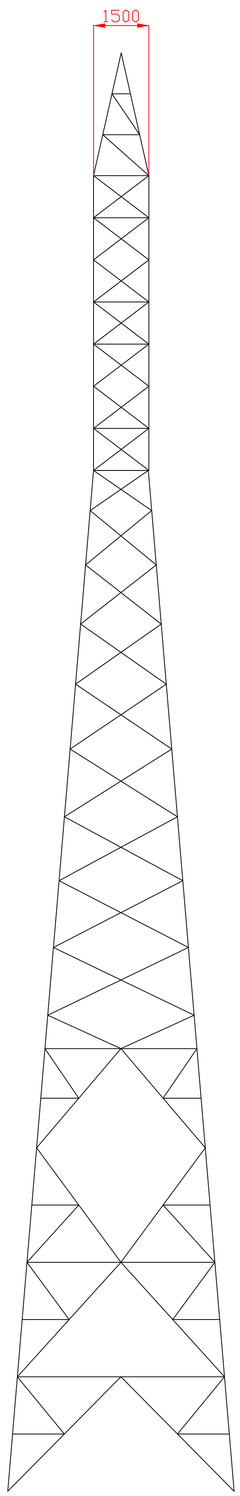
INSTALACIÓN	NORMALIZACIÓN DE LINEAS	COORD. N/A — HUSO N/A
TÍTULO	LINEA 2 CIRCUITOS , 220 kV APOYO TIPO 22A26 , ANGULO 26° ESQUEMA	CODIGO N/A
		A1 — S/E
		Nº 425P001 — HOJA 2 DE 2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

CARA A



CARA B

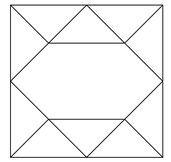


ENCUADRAMIENTO 1

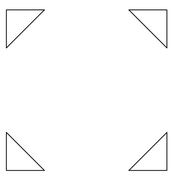
ENCUADRAMIENTO 2

ENCUADRAMIENTO 3

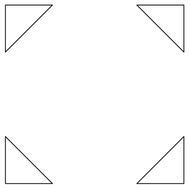
ENCUADRAMIENTO 4



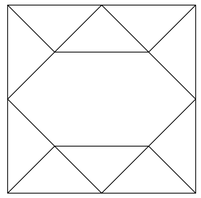
ENCUADRAMIENTO 5



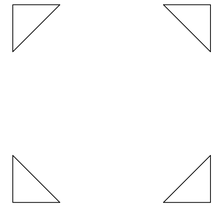
ENCUADRAMIENTO 6



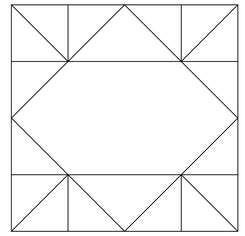
ENCUADRAMIENTO 7



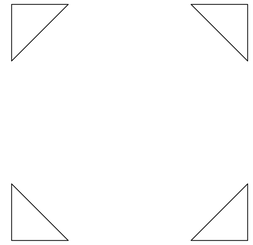
ENCUADRAMIENTO 8



ENCUADRAMIENTO 9



ENCUADRAMIENTO 10



AL ESTUDIO DE DISEÑO, A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, A LA PUESTA EN MARCHA, A LA EXPLOTACIÓN, A LA REPARACIÓN, A LA CONSERVACIÓN Y AL MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN, ASÍ COMO A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA, SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. QUEDA PROHIBIDA CUALQUIER REPRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN, COMERCIALIZACIÓN, PUESTA A DISPOSICIÓN, COMUNICACIÓN PÚBLICA, TRANSFORMACIÓN O CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD QUE SE PUEDA REALIZAR CON EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO, SALVO EXCEPCIÓN PREVISTA EN LA LEY.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. "2443524450"
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	dic-23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LINEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUE

TÍTULO: PLANO DE APOYO MISTRAL 270 TH33e PAS

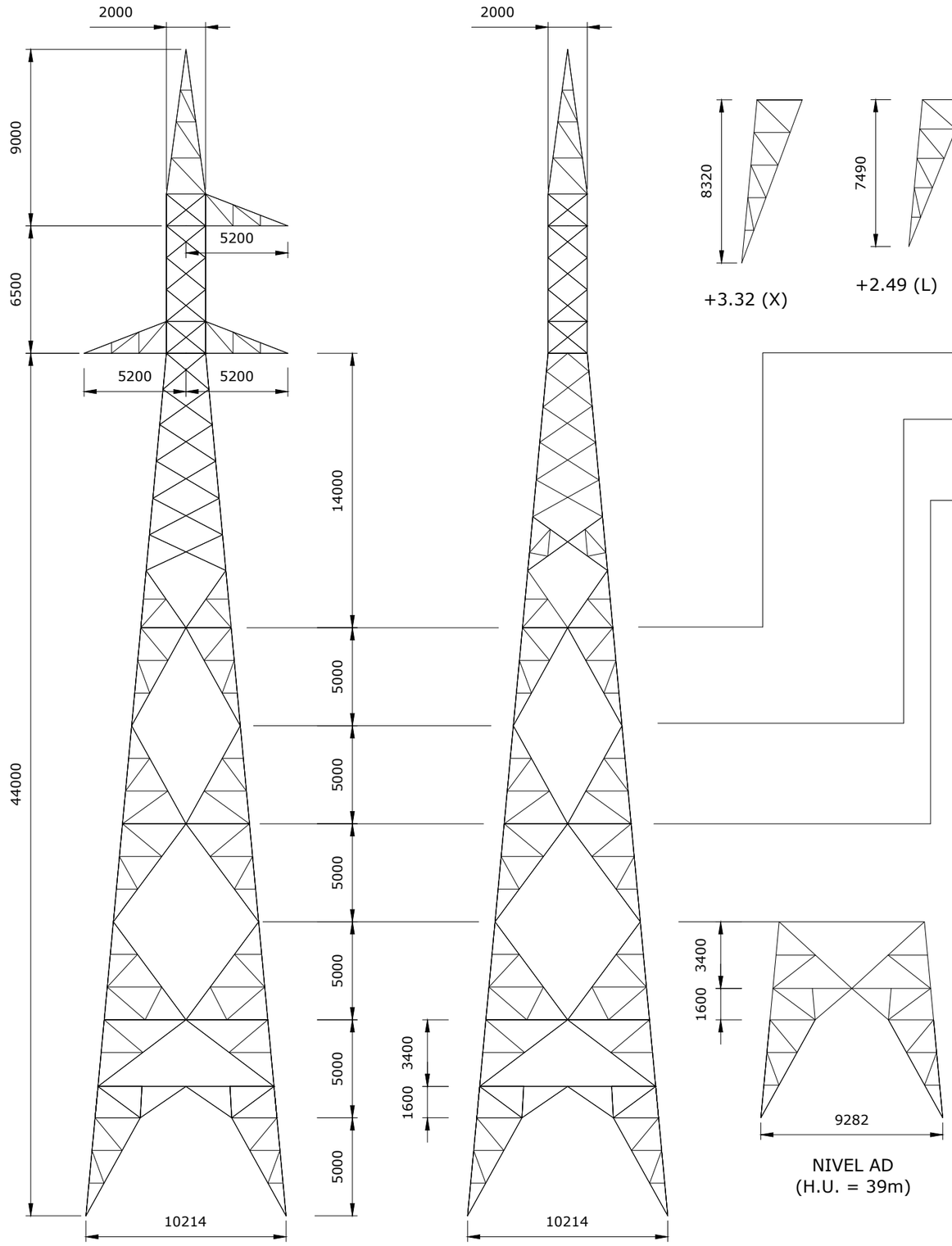
COORD. | HUSO

CODIGO: J-9005-L0112

A1 | S/E

Nº P001 | HOJA 1 DE 1

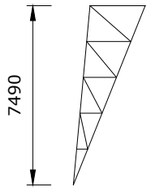
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna licencia o autorización para su uso, reproducción, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo prueba y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



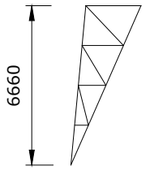
NIVEL AE (H.U. = 44m)

PATAS

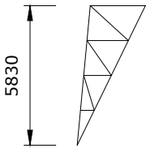
+3.32 (X)



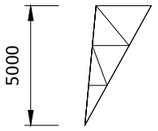
+2.49 (L)



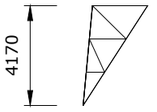
+1.66 (+)



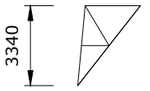
+0.83 (M)



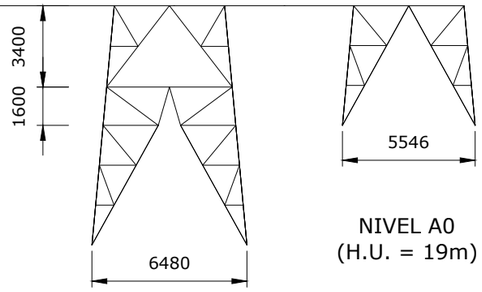
+0.00 (0)



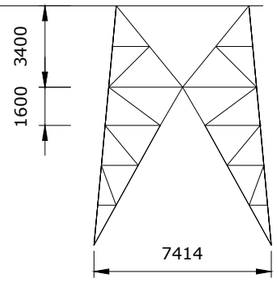
-0.83 (P)



-1.66 (-)

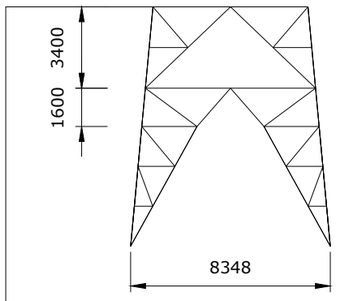


NIVEL A0
(H.U. = 19m)



NIVEL AB
(H.U. = 29m)

NIVEL AA
(H.U. = 24m)



NIVEL AC
(H.U. = 34m)

NIVEL AD
(H.U. = 39m)

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	sep-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	jul-12	G.R.E.	S.G.S.	MODIFICACIÓN EN EL ARRIOSTRAMIENTO DEL TRAMO 3º EN SU CARA LATERAL

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: LÍNEAS 220 kV kV SIMPLE CIRCUITO
APOYO TIPO S2A2
ESQUEMA GENERAL DE DIMENSIONES

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A3 | S/E
Nº 120P001 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

CARA FRONTAL

CARA LATERAL

CARA FRONTAL

CARA LATERAL

1–1

2–2

3–3

4–4

5–5

6–6

A0 +1.66

A0 +3.32

AA +1.66

AA +3.32

AB +1.66

AB +3.32

AC +1.66

AC +3.32

AD +1.66

AD +3.32

7–7

9–9

11–11

13–13

15–15

17–17

8–8

10–10

12–12

14–14

16–16

18–18

NOTA :
H ACERO AE355 S/UNE 36080–85
RESTO DE PERFILES ACERO AE275 S/UNE 36080–85
CARTELAS ACERO AE355 S/UNE 36080–85
TORNILLERIA S/DIN 7990 CALIDAD 5.6
ARANDELAS PLANAS DE 8mm
BARRAS SIN ESPECIFICAR L45.4–1M16
TORNILLOS SIN ESPECIFICAR 1M16

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

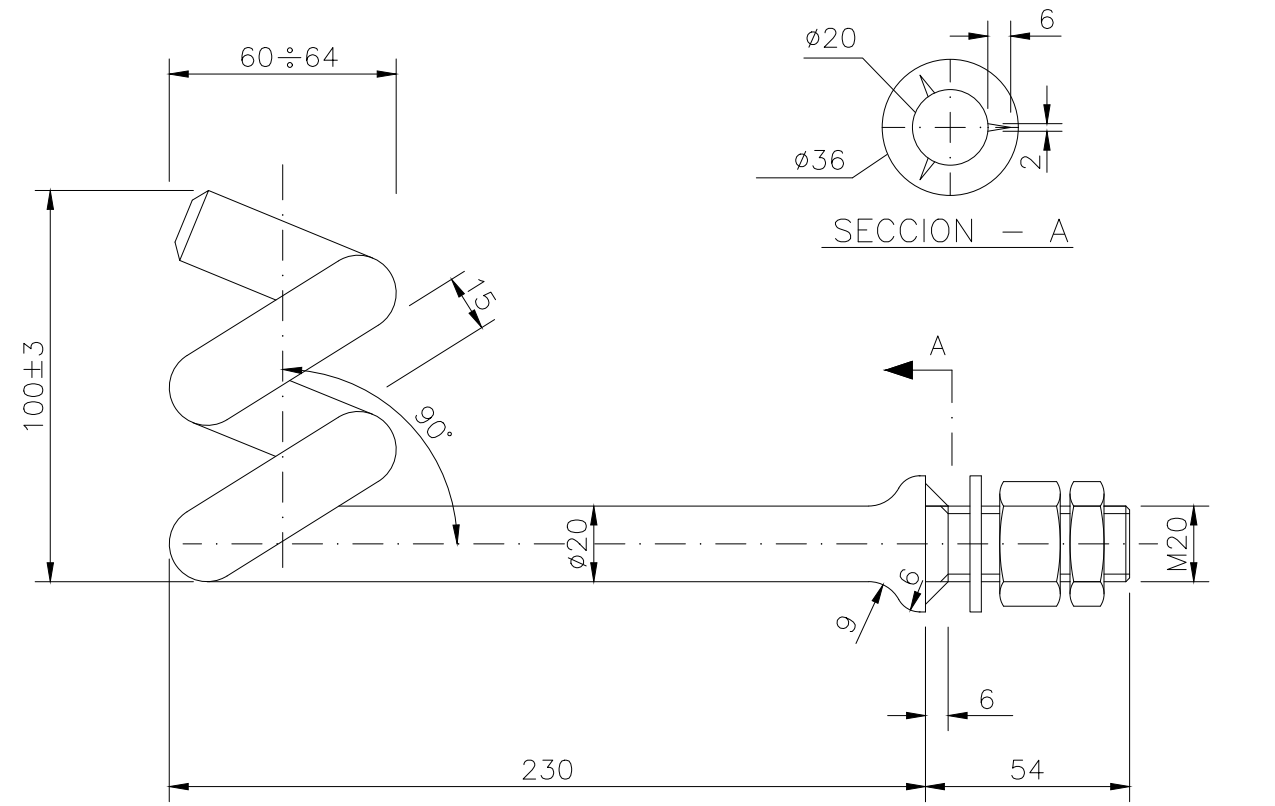
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
M	jul–23	C.M.S	R.H.R.	REVISIÓN DE PERFILES Y TORNILLERIA
L	jul–22	C.M.S.	R.H.R.	SE ACTUALIZA TIRANTE (H L70.6 POR H L80.7)
k	sep–22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN

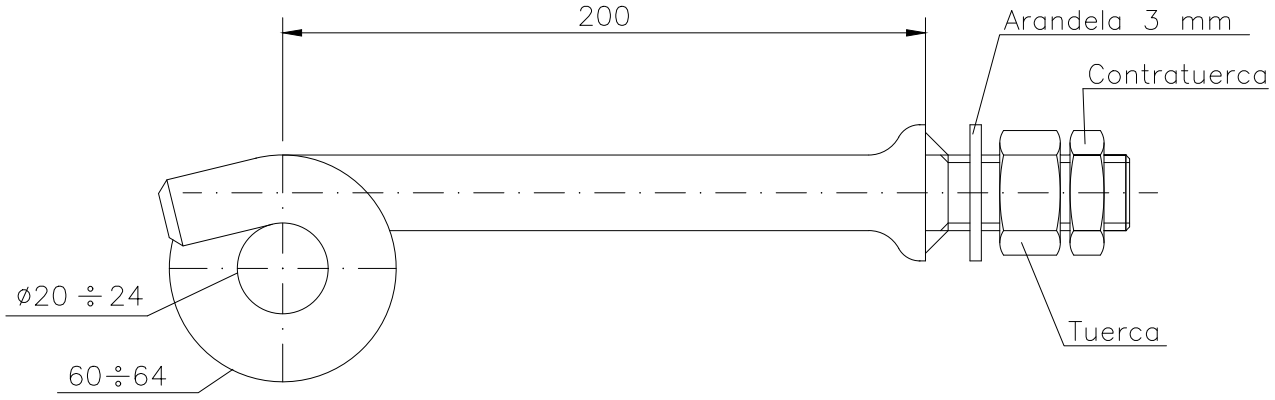
red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: APOYO SIMPLE CIRCUITO 220 kV
BAJADA A SUBTERRÁNEO
TIPO S2B (1 Ó 2 CABLES DE TIERRA)

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO Nº N/A | HUSO
A3 | S/E
Nº 081P001 | HOJA 1 DE 1





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

ACERO CALIDAD S275J0
ACABADO GALVANIZADO
PESO APROX. = 1,45 kg.

CODIGO MATERIAL
3103215

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
D	nov–22	G.C.G	C.G.B	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
C	sep–18	A.L.A	A.G.M	SE AÑADE PESO

red eléctrica

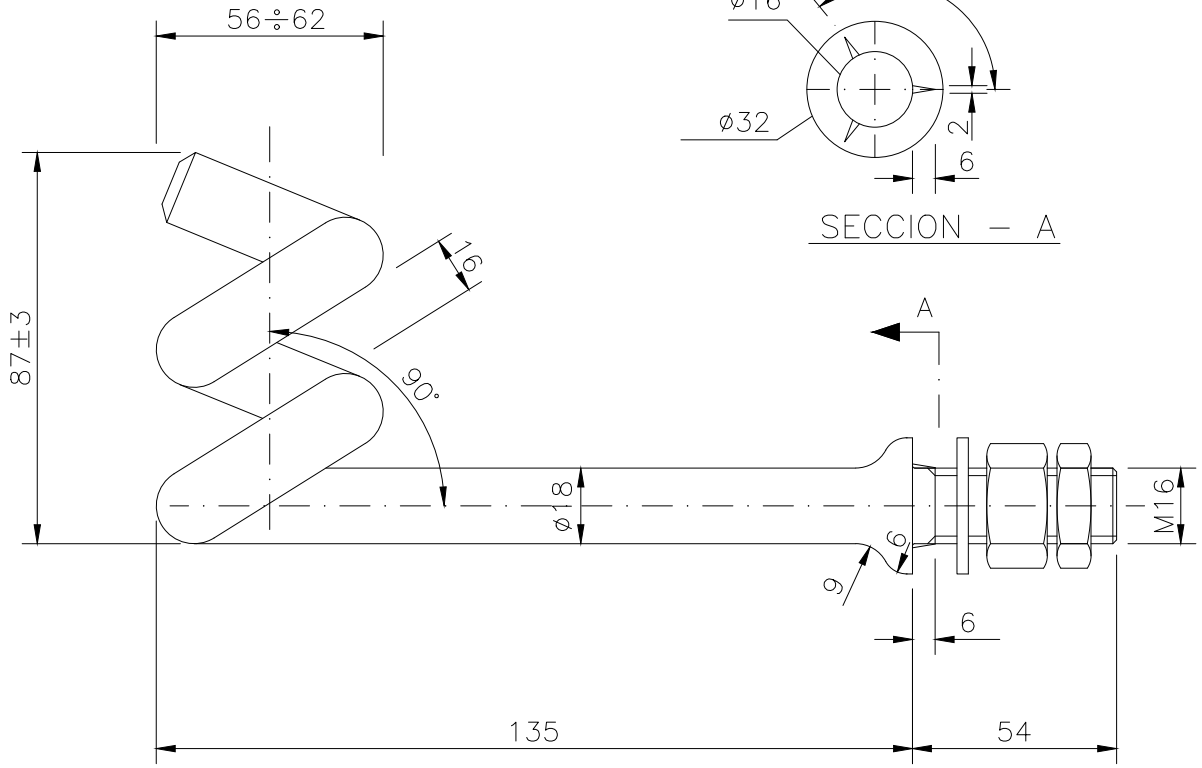
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

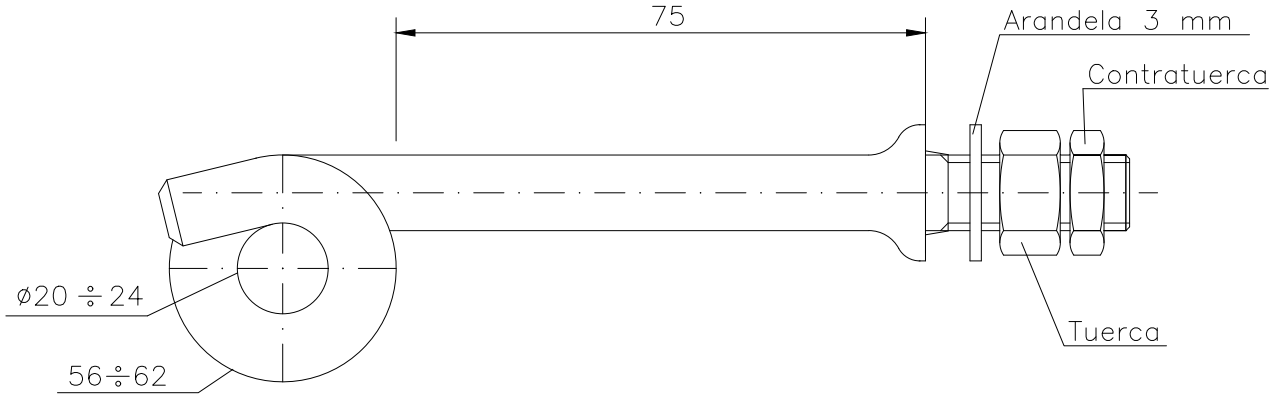
TÍTULO
PELDAÑO DE SEGURIDAD (TIPO 3)

COORD. | HUSO
CODIGO Nº SF4H145
A4V
Nº | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ningún responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

\\sficmm03\Estructura IG DE REE\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\NORMALIZACION DE LINEAS\PLANOS NORMALIZADOS\APOYOS REE\PELDAÑOS\APOYOS\SF4H145–D.dwg





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

ACERO CALIDAD S275J0
ACABADO GALVANIZADO
PESO APROX. = 0,95 kg.

CODIGO MATERIAL
3106251

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	nov–22	G.C.G	C.G.B	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	sep–18	A.L.A	J.C.P	SE AÑADE PESO

red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO
SOPORTE DE SEGURIDAD
EN CRUCETAS

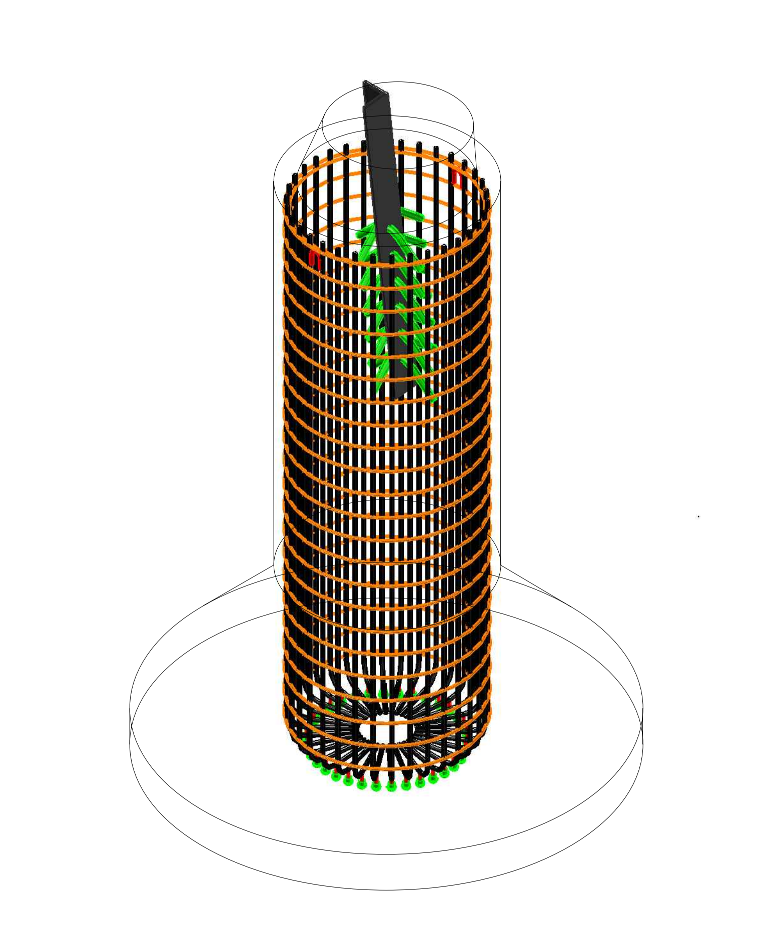
COORD. | HUSO

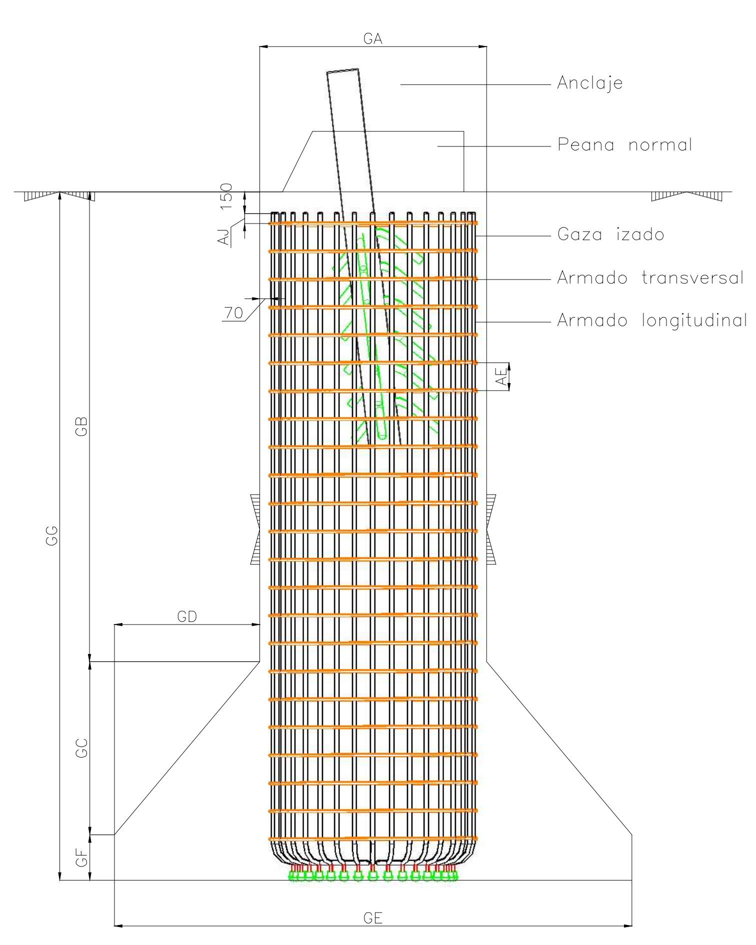
CODIGO Nº SF4H203

A4V

Nº | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ningún responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





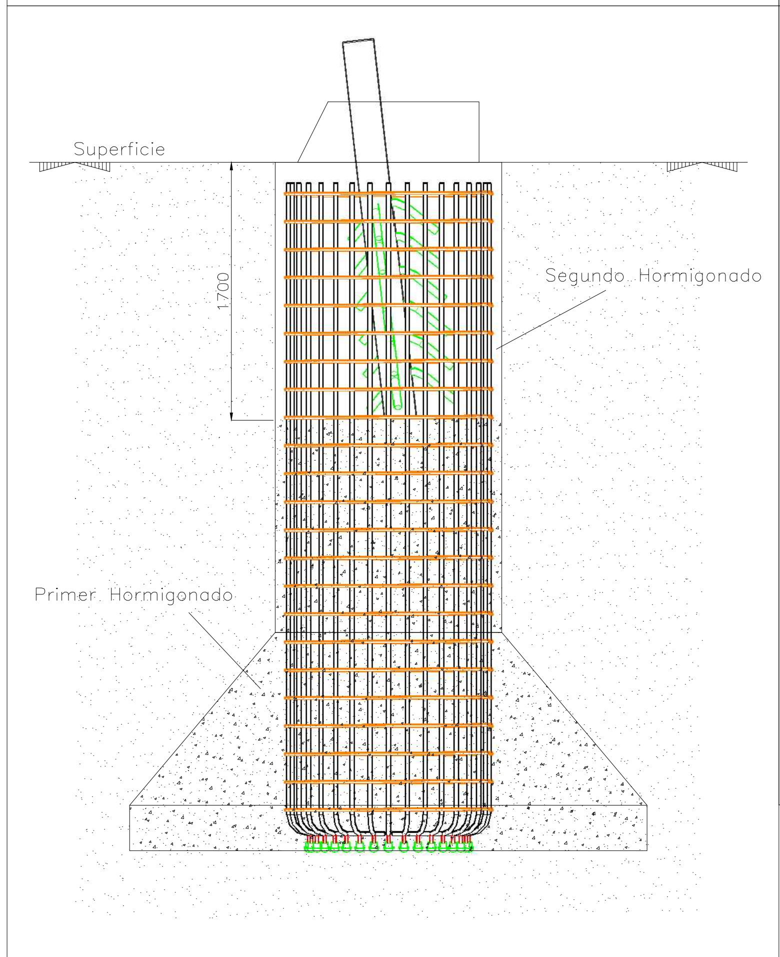
	Esquema	Definición	Peso(kg)	Cantidad
Armadura longitudinal		AA	AD	
Armadura transversal		AE	AI	
Bulón de anclaje		BF		BG
Armadura auxiliar		AJ	AL	

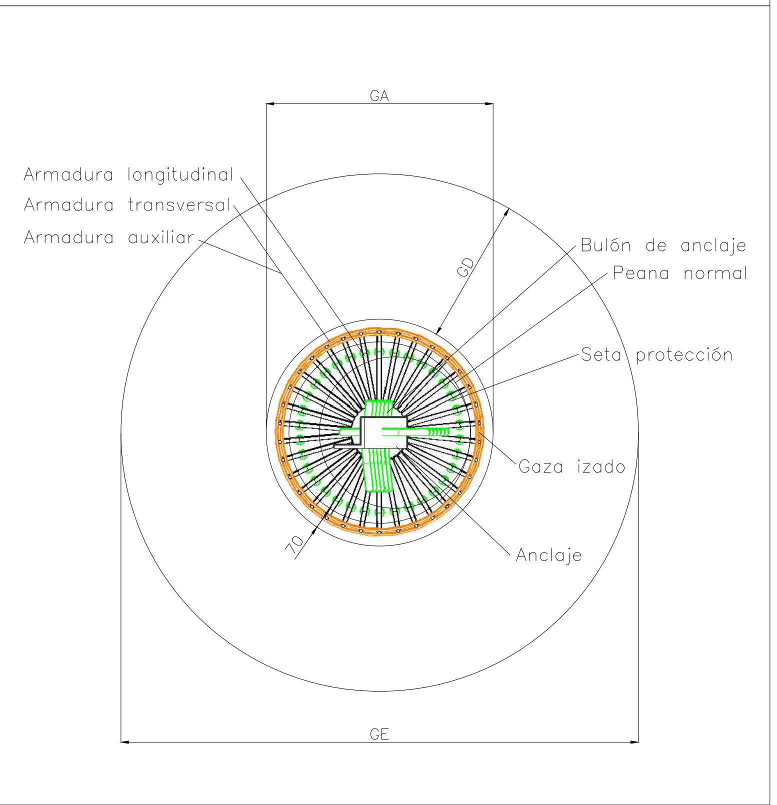
NOTA: El número de elementos representados son a título ilustrativo.

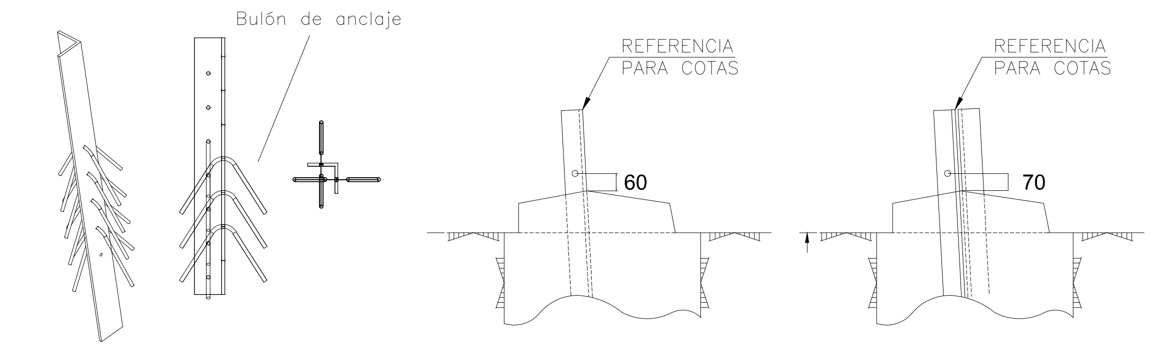
NOTA: Las unidades de las cotas están referidas a mm.

NOTA: La seta de protección será propuesta por el contratista y validada por REE.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS		
Volumen del primer hormigonado	m3	GH
Volumen del segundo hormigonado	m3	GI
Volumen de hormigonado por zanca sin peana	m3	GJ
Materiales		
Hormigón EHE	HA–25/B/40/IIa	
Resistencia característica 28días	25Mpa	
Consistencia	Blanda(asiento C.A.: 6–9)	
Árido	40mm	
Ambiente	IIa	
Armadura longitudinal, transversal y auxiliar (Control Normal)	B500S (f_y=500Mpa)	
Medición por apoyo		
Hormigón	m^3	MB
Excavación	m^3	MA
Ferralla	kg	MC
Bulones	kg	MD





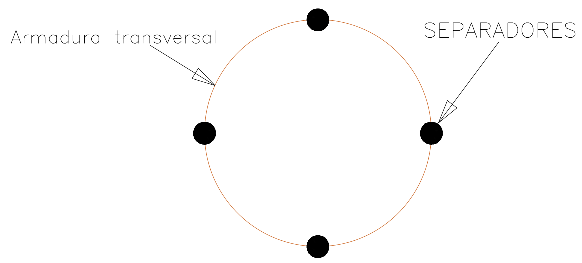


DETALLE de los BULONES

PEANA NORMAL MONTANTE SENCILLO

PEANA NORMAL MONTANTE DOBLE

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



Nota 1: Detalle de PAT s/PEA–07 y ET109
Nota 2: Detalle de peanas s/PEA–02
Nota 3: Detalle del armado longitudinal s/PEA–03
Nota 4: Detalle del armado transversal s/PEA–04
Nota 5: Detalle del armado auxiliar s/PEA–05
Nota 6: Detalle de bulones de anclaje s/PEA–06
Nota 7: No se admitirán empalmes en las armaduras
Nota 8: Elementos y Ejecución según ET123 de REE y la Instrucción EHE
Nota 9: Nivel de control según ET123 y la Instrucción EHE
Nota 10: Se colocarán 4 separadores en 3 planos horizontales repartidos uniformemente

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	nov–20	R.T.R.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

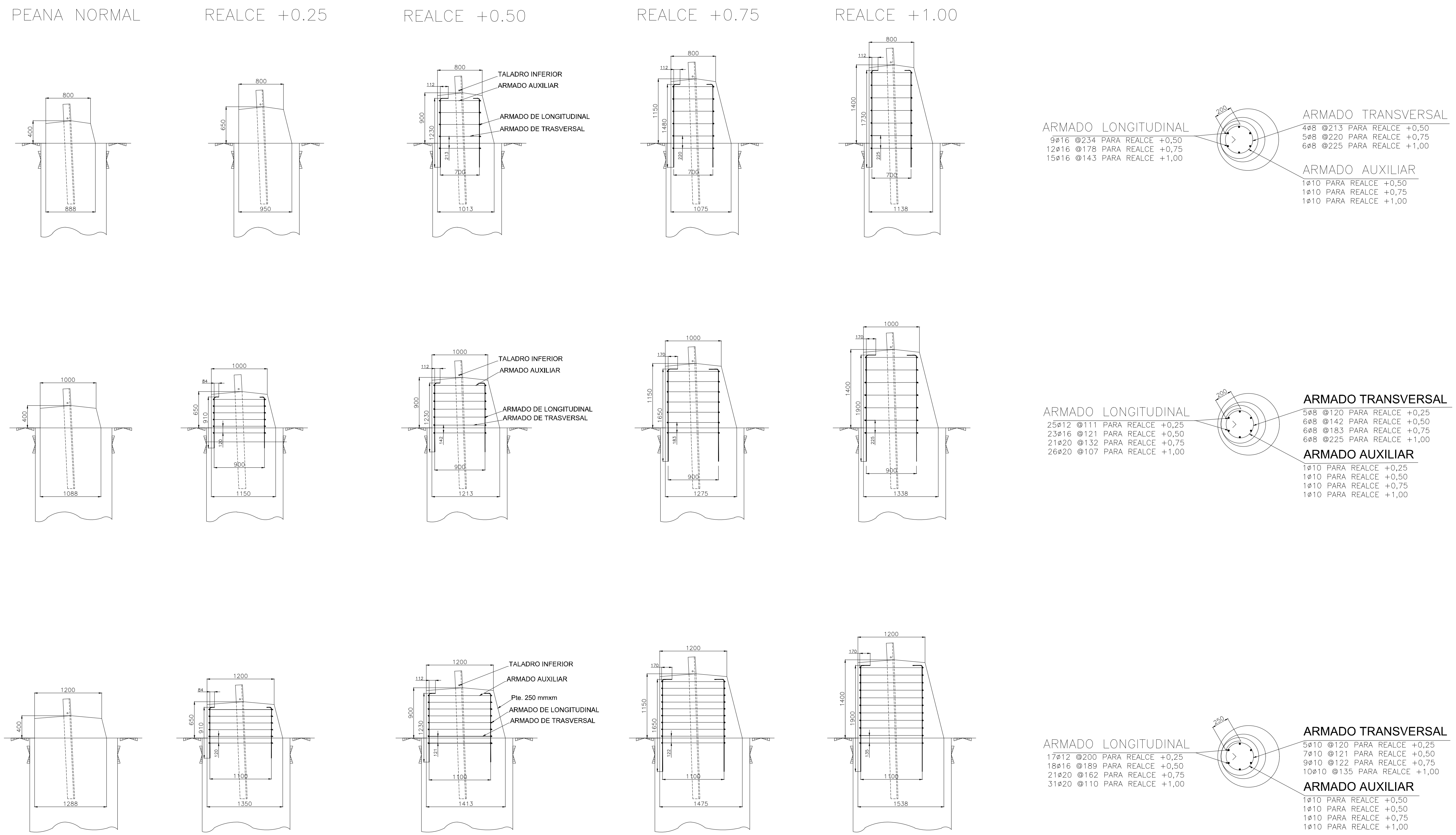
red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN LÍNEAS

TÍTULO: CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | S/E
Nº PEA001 | HOJA 1 DE 1

C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA001–A.dwg



Descripción P800		800x400	800x(400+R250)	800x(400+R500)	800x(400+R750)	800x(400+R1000)
Hormigón en peana	m^3	0.20	0.37	0.56	0.77	1.01
Peso armado longitudinal	kg	-	-	19	30	44
Peso armado transversal	kg	-	-	4	5	6
Peso armado auxiliar	kg	-	-	1.4	1.4	1.4
Peso total del armado	kg	-	-	24	36	51
Descripción P1000		1000x400	1000x(400+R250)	1000x(400+R500)	1000x(400+R750)	1000x(400+R1000)
Hormigón en peana	m^3	0.31	0.56	0.83	1.14	1.47
Armado longitudinal	kg	-	22	49	96	135
Armado transversal	kg	-	6	8	8	8
Peso armado auxiliar	kg	-	1.8	1.8	1.8	1.8
Peso total del armado	kg	-	30	59	106	145
Descripción P1200		1200x400	1200x(400+R250)	1200x(400+R500)	1200x(400+R750)	1200x(400+R1000)
Hormigón en peana	m^3	0.44	0.79	1.16	1.57	2.02
Armado longitudinal	kg	-	15	39	96	161
Armado transversal	kg	-	12	16	21	23
Peso armado auxiliar	kg	-	2.2	2.2	2.2	2.2
Peso total del armado	kg	-	29	[illegible]	119	186

DESCRIPCIÓN DE COMUNES

Tipo de hormigón	HA-25/B/30/IIa	
Altura de copete	50	mm
Pendiente lateral	250	mm/m
Recubrimiento	50	mm
Distancia del taladro inferior a la superficie de la peana	50	mm
Calidad armado	B500S	

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Nota 1: Ver notas en los planos PEA-01 y PEA-05

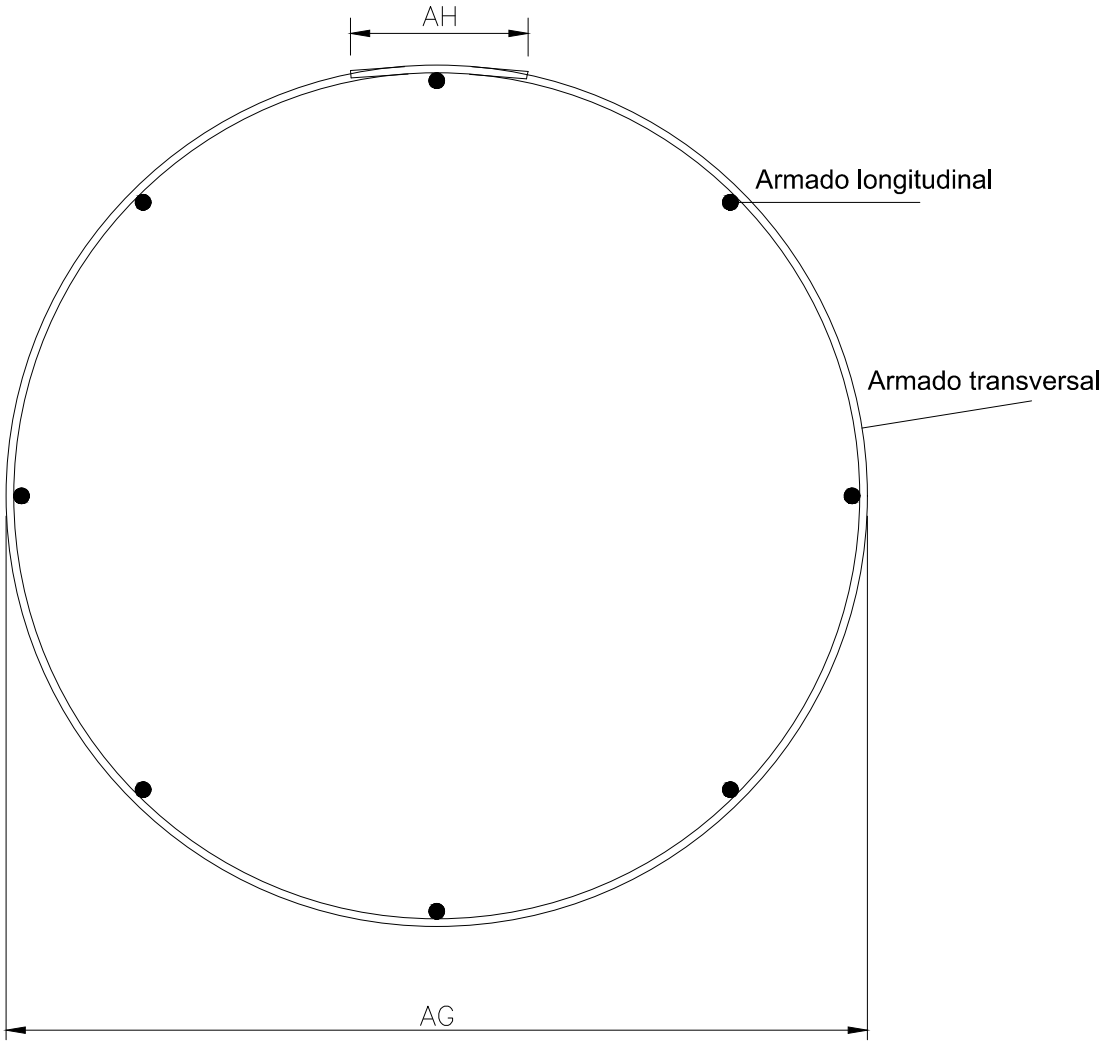
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene-23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	ago-20	N.A.C.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN LÍNEAS			
	COORD.		HUSO
	CODIGO		
TÍTULO: PEANAS	A3	S/E	
	Nº PEA002		HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C:\Users\macsanjo\OneDrive - Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA002-A.dwg



Nota 1: Ver notas en plano PEA-01

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene-23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	oct-20	A.L.A.	J.B.Z.	CREACIÓN DEL PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN

TÍTULO

ARMADO TRANSVERSAL

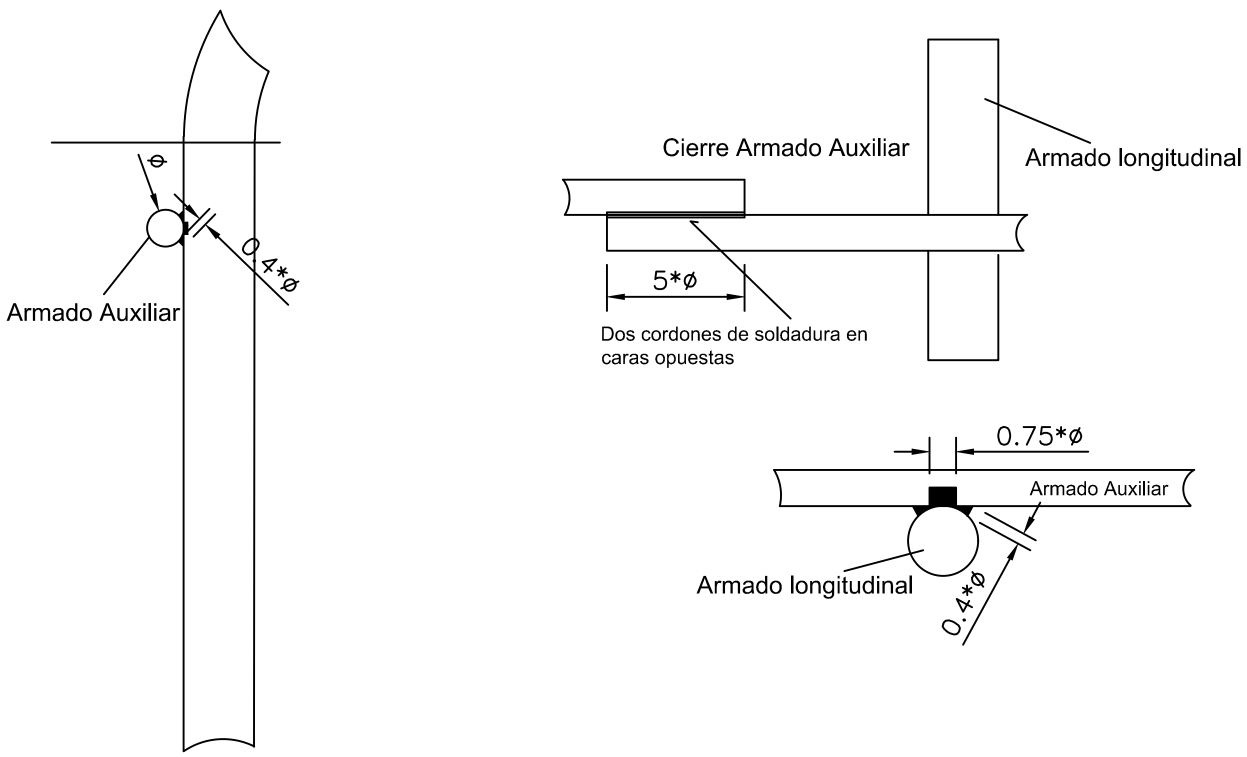
COORD. | HUSO

CODIGO Nº

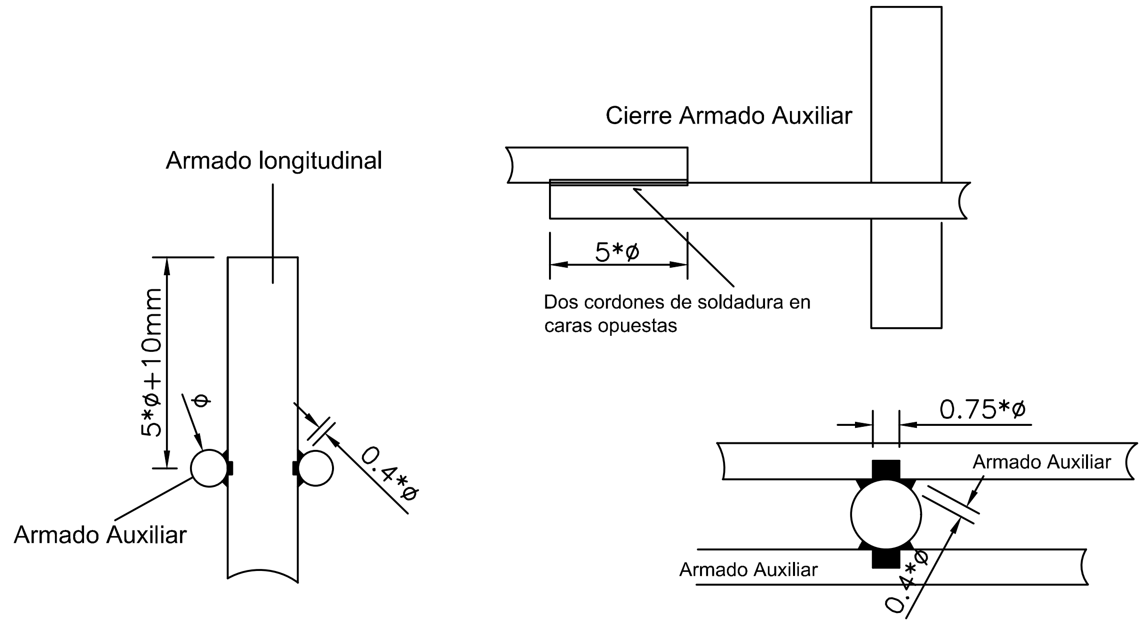
A4 | S/E

Nº PEA004 | HOJA 1 DE 1

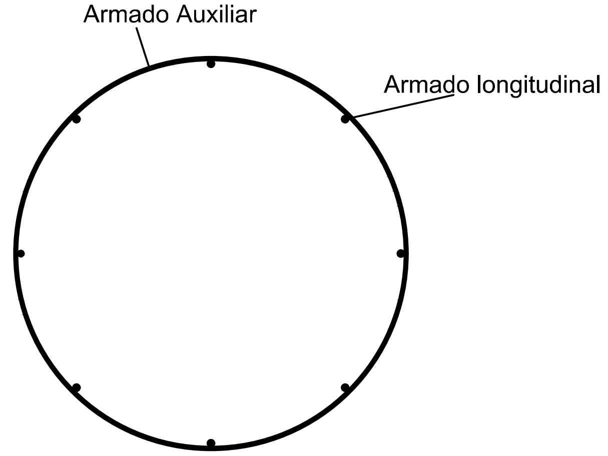
C:\Users\macsanjo\OneDrive - Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA004-A.dwg



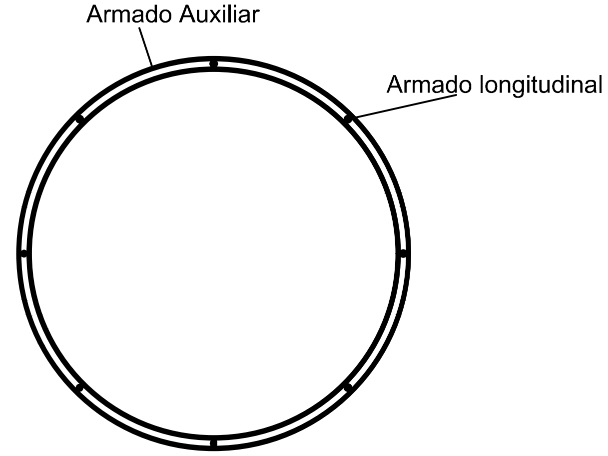
DISPOSICIÓN DE ARMADO AUXILIAR Y DETALLE DE SOLDADURAS PARA PEANAS



DISPOSICIÓN DE ARMADO AUXILIAR Y DETALLE DE SOLDADURAS PARA CIMENTACIÓN



ARMADO AUXILIAR PARA PEANA



ARMADO AUXILIAR PARA CIMIENTO

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Nota 1: La soldadura de las armaduras según UNE 36832
Nota 2: Los soldadores cumplirán con UNE-EN-287-1
Nota 3: Ver notas en el plano PEA-01

A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	oct–20	A.L.A.	J.B.Z.	CREACIÓN DEL PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica

INSTALACIÓN

TÍTULO: ARMADO AUXILIAR

COORD. | HUSO

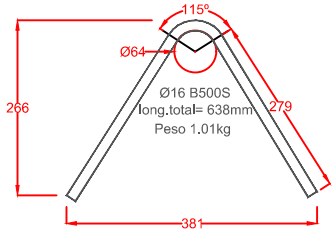
CODIGO Nº

A3 | S/E

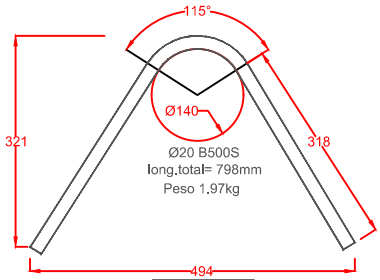
Nº PEA005 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

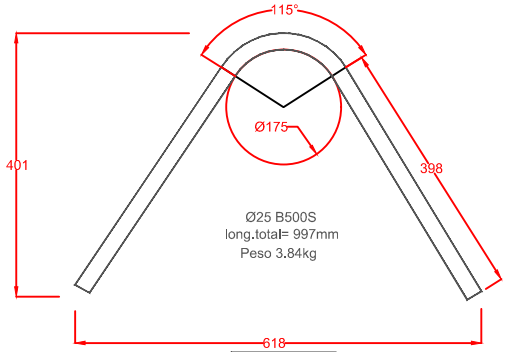
C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA005–A.dwg



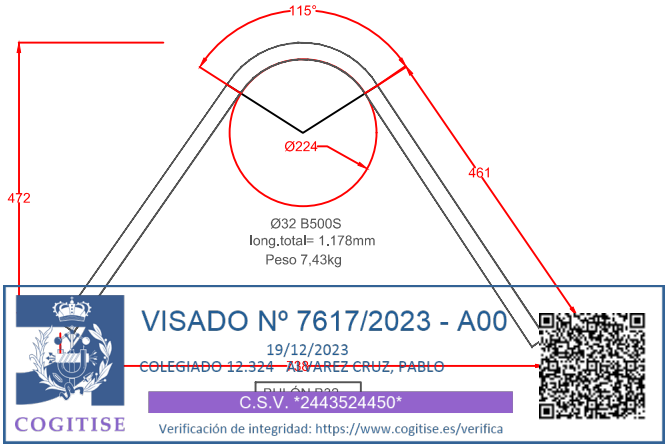
BULÓN B16



BULÓN B20



BULÓN B25



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 - ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. "2443524450"
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

Nota 1: Ver notas del plano PEA-01

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	jul–22	C.M.S.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

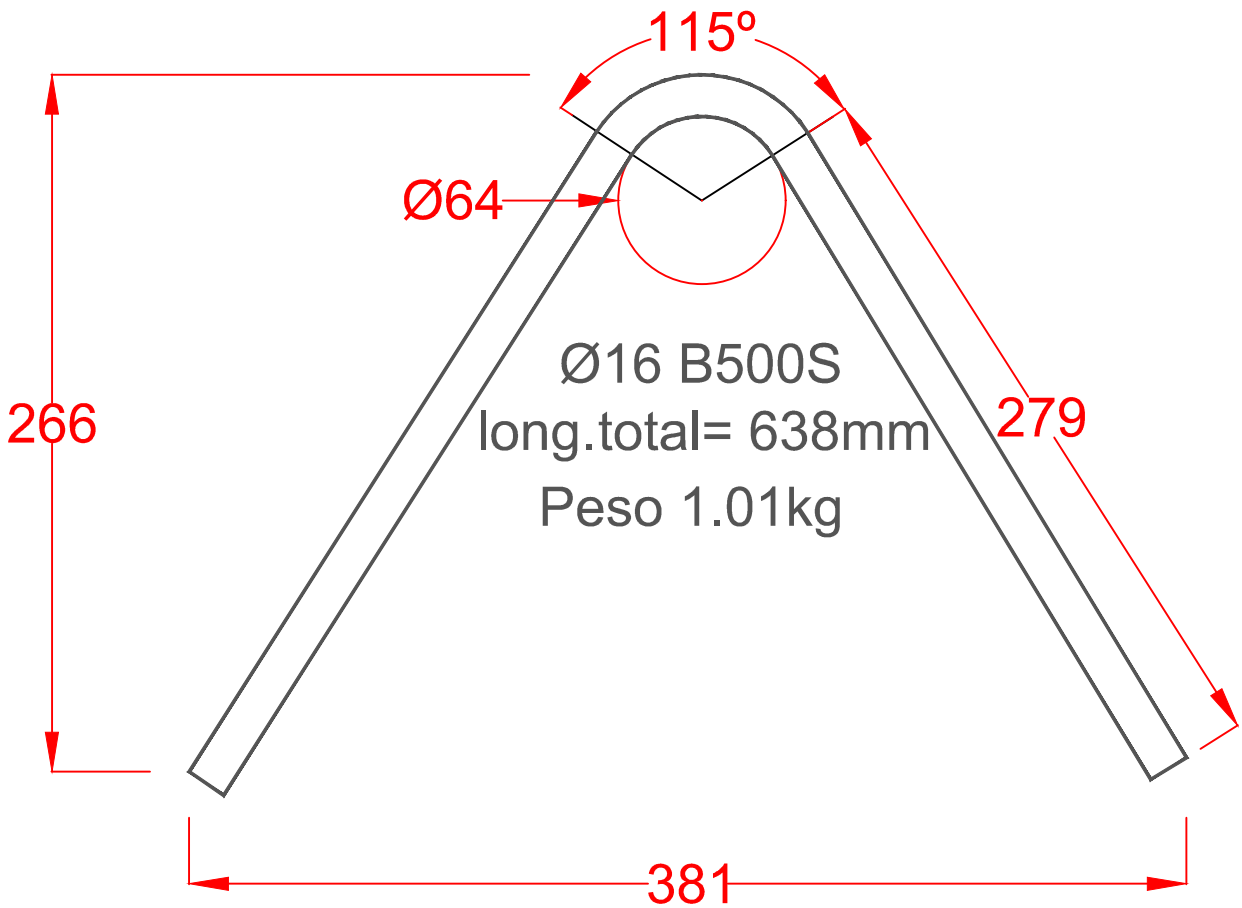
INSTALACIÓN
PLANOS NORMALIZADOS

TÍTULO
TIPOS DE BULÓN PARA CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

COORD. | HUSO
CODIGO Nº
A4V | S/E
Nº BULONES | HOJA 1 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA006–A.dwg



BULÓN B16

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	jul–22	C.M.S.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PLANOS NORMALIZADOS

TÍTULO: TIPOS DE BULÓN B16
CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

COORD. | HUSO

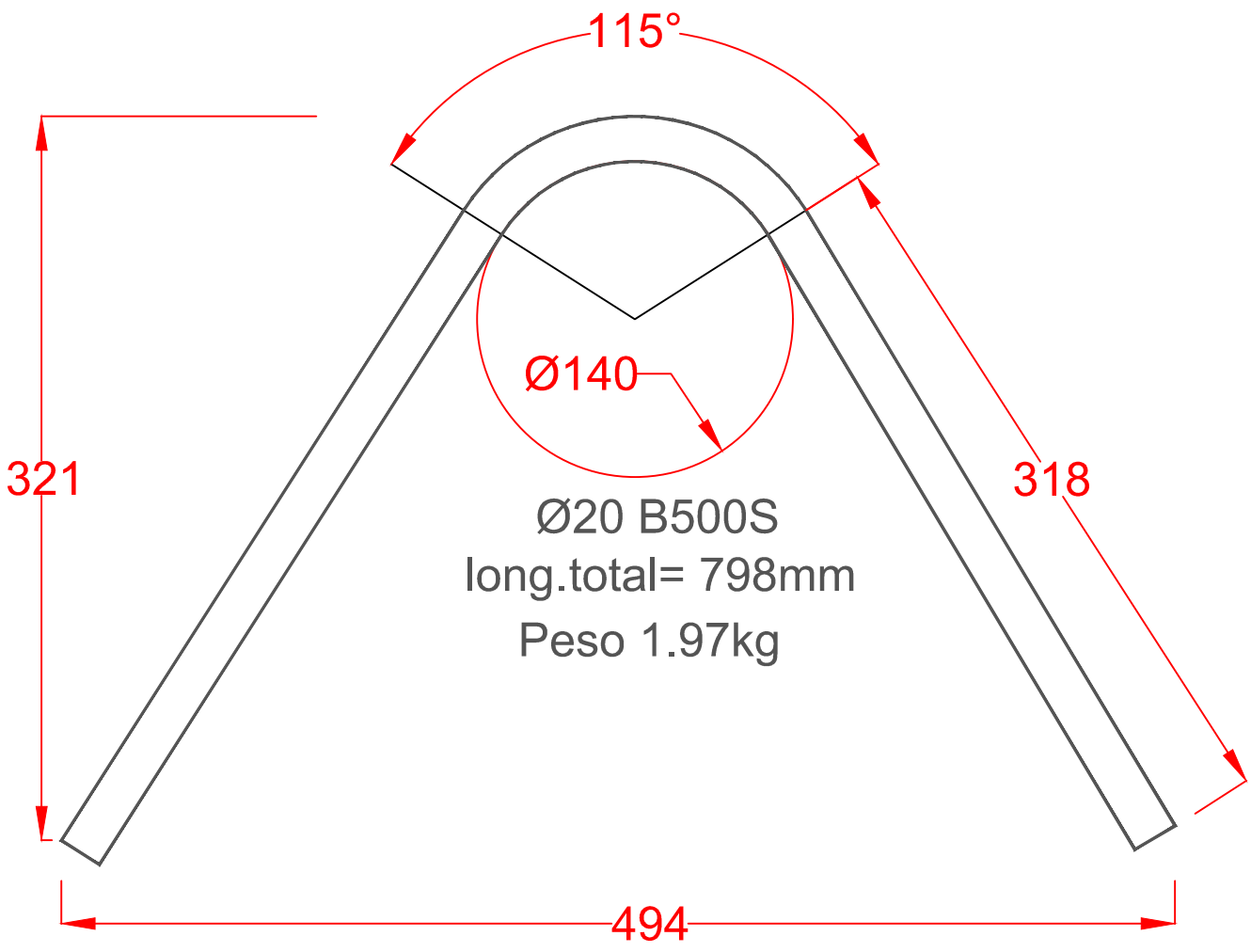
CODIGO Nº

A4V | S/E

Nº B16 | HOJA 2 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA006–A.dwg



BULÓN B20

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene-23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	jul-22	C.M.S.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PLANOS NORMALIZADOS

TÍTULO: TIPOS DE BULÓN B20
CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

COORD. | HUSO

CODIGO Nº

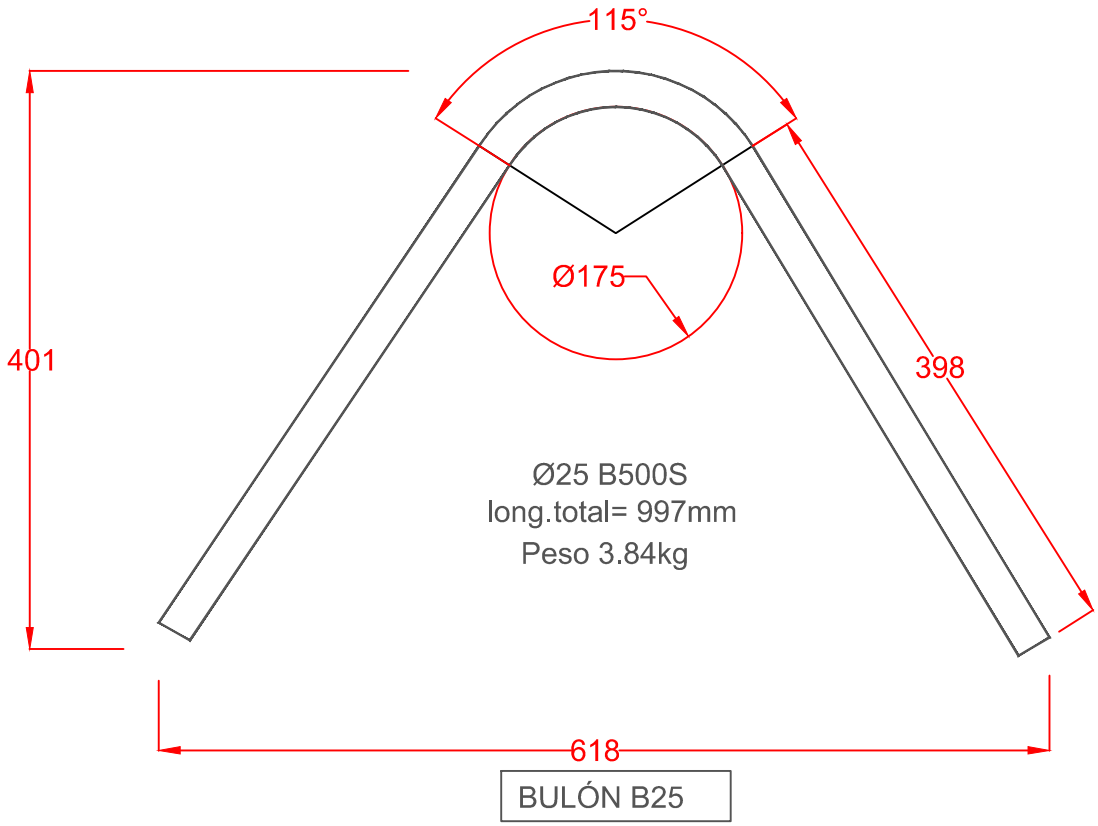
A4V | S/E

Nº B20 | HOJA 3 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C:\Users\macsanjo\OneDrive - Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA006-A.dwg

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



BULÓN B25

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	jul–22	C.M.S.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PLANOS NORMALIZADOS

TÍTULO: TIPOS DE BULÓN B25
CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

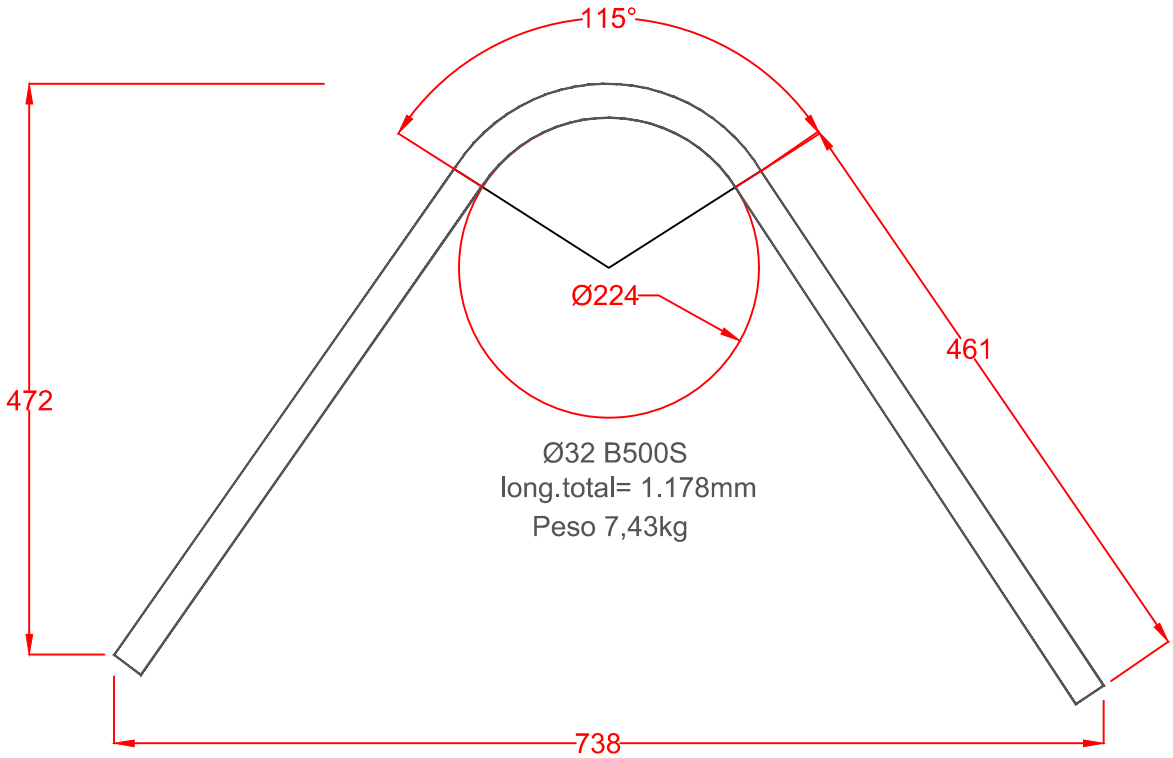
COORD. | HUSO

CODIGO Nº

A4V | S/E

Nº B25 | HOJA 4 DE 5

C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA006–A.dwg



BULÓN B32

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene–23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	jul–22	C.M.S.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PLANOS NORMALIZADOS

TÍTULO: TIPOS DE BULÓN B32
CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

COORD. | HUSO

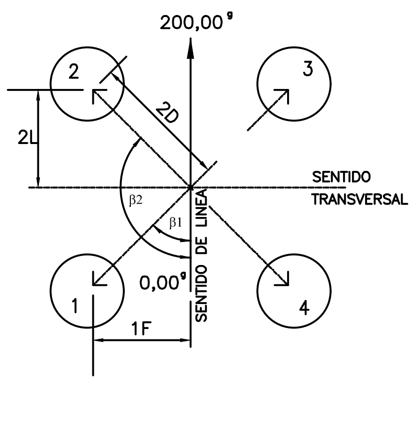
CODIGO Nº

A4V | S/E

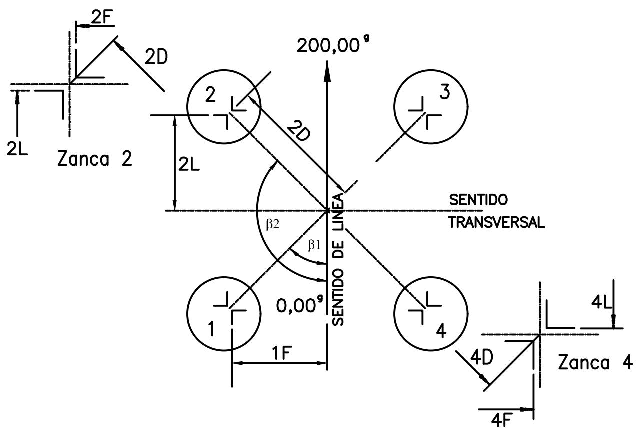
Nº B32 | HOJA 5 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

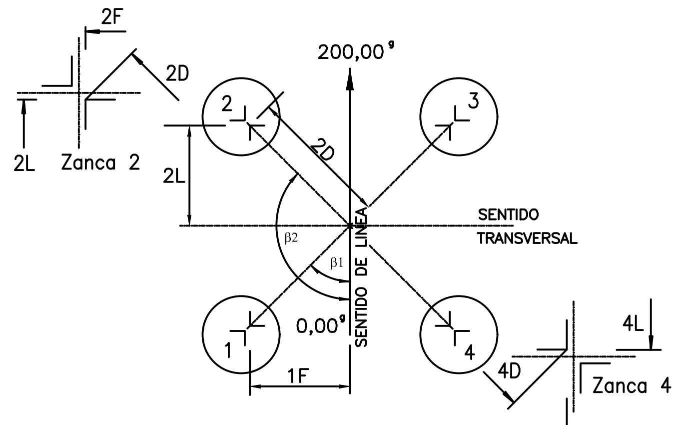
C:\Users\macsanjo\OneDrive – Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA006–A.dwg



Replanteo de anclajes
Anclaje sencillo

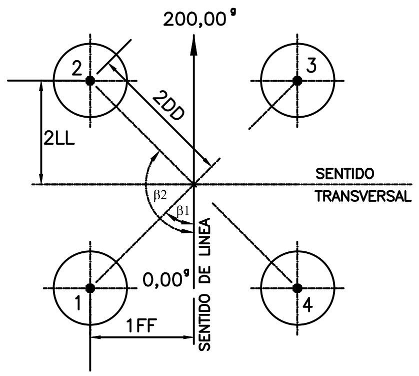


Replanteo de anclajes
Anclaje compuesto

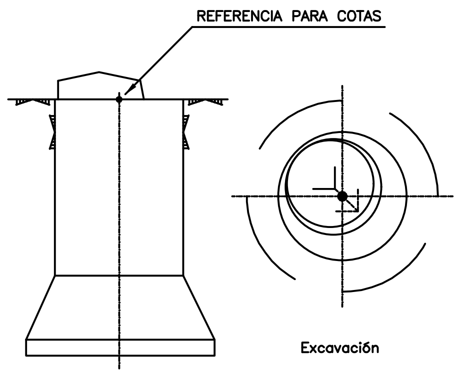


Replanteo de anclajes
Anclaje compuesto serie C4

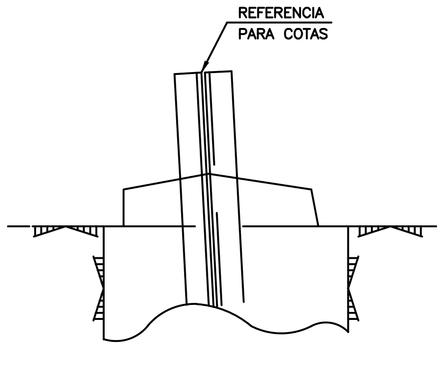
Testas	S.D.Testas P1(mm)			S.D.Testas P2(mm)			S.D.Testas P3(mm)			S.D.Testas P4(mm)			Pendiente Anc. mm/m	
	1F	1L	1D	2F	2L	2D	3F	3L	3D	4F	4L	4D	S.T.	S.L.
	1F	1L	1D	2F	2L	2D	3F	3L	3D	4F	4L	4D	Frontal	Lateral



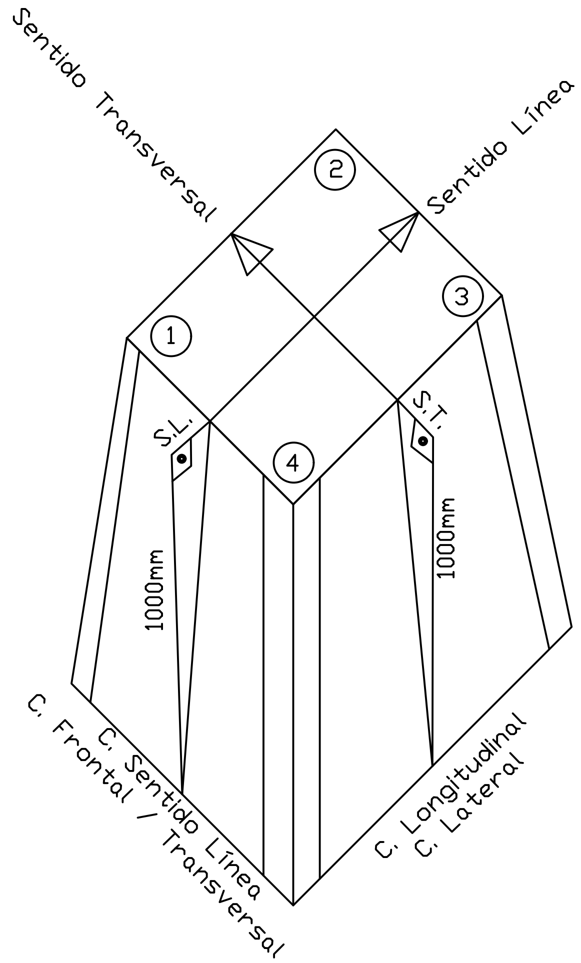
Replanteo de hoyos



Excavación



Peana normal



Hoyos	S.D.Hoyos P1(mm)			S.D.Hoyos P2(mm)			S.D.Hoyos P3(mm)			S.D.Hoyos P4(mm)			Ángulo de replanteo	
	1FF	1LL	1DD	2FF	2LL	2DD	3FF	3LL	3DD	4FF	4LL	4DD	β_1^g	β_2^g
	1FF	1LL	1DD	2FF	2LL	2DD	3FF	3LL	3DD	4FF	4LL	4DD	β_1^g	β_2^g

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ene-23	C.M.S.	J.B.Z.	ACTUALIZACIÓN DEL SELLO
0	ene-21	R.T.R.	J.B.Z.	CREACIÓN PLANO GENÉRICO

red eléctrica

INSTALACIÓN: PLANOS NORMALIZACIÓN LÍNEAS

TÍTULO: REPLANTEO DE ANCLAJES Y CIMENTACIONES

COORD. | HUSO

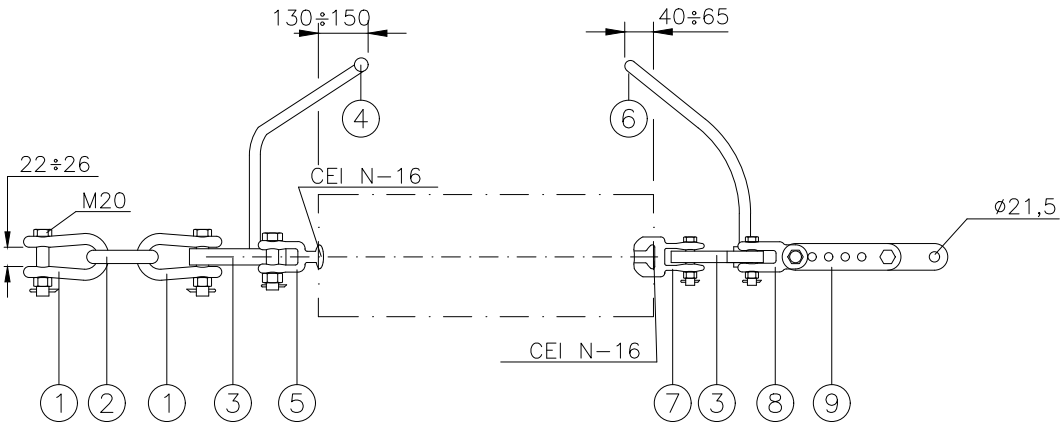
CODIGO Nº

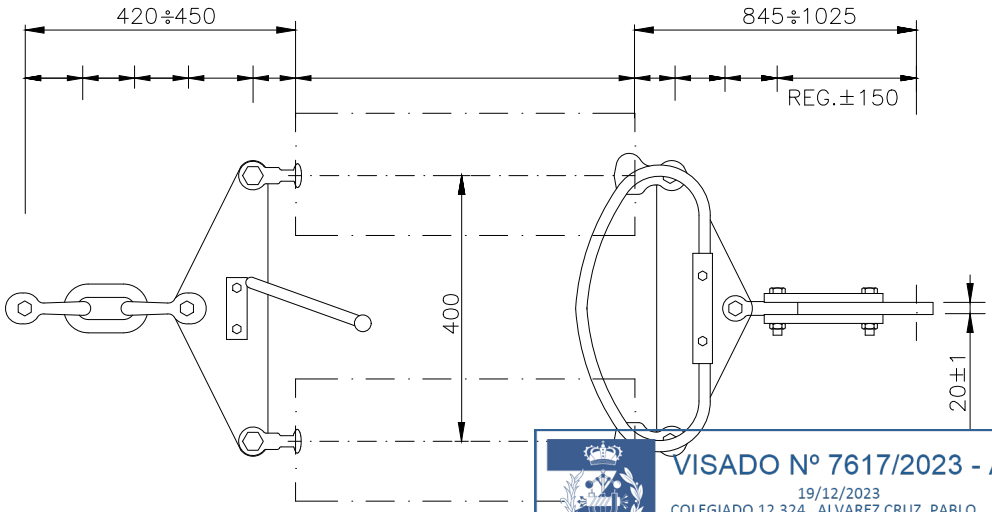
A3 | S/E

Nº PEA007 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

C:\Users\macsanjo\OneDrive - Red Eléctrica Corporación\Escritorio\PROYECTOS\PENDIENTES\CIMENTACIONES\PEANAS\PEA007-A.dwg





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO				210 kN
2	ESLABON	1	"				210 kN
3	YUGO SENCILLO DUPLEX	2	"				160 kN
4	DESCARGADOR SUPER. REV.	1	"				
5	HORQUILLA BOLA	2	"				120 kN
6	DESCARGADOR INFER.	1	"				
7	ROTULA HORQUILLA	2	"				120 kN
8	HORQUILLA PASTI. REVI.	1	"				160 kN
9	ALARGADERA REGULABLE	1	"				160 kN

NOTAS:
CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA CADENA 160 kN
CUANDO EL ENGANCHE A TORRE SEA PARALELO A TIERRA, ELIMINAR EL ESLABON
TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

CODIGO MATERIAL
3106325

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	may–22	P.F.C.	P.A.C.	SE ACTUALIZA FORMATO NOTAS
0	nov–03	A.L.A	F.M.R.	CREACIÓN DE PLANO

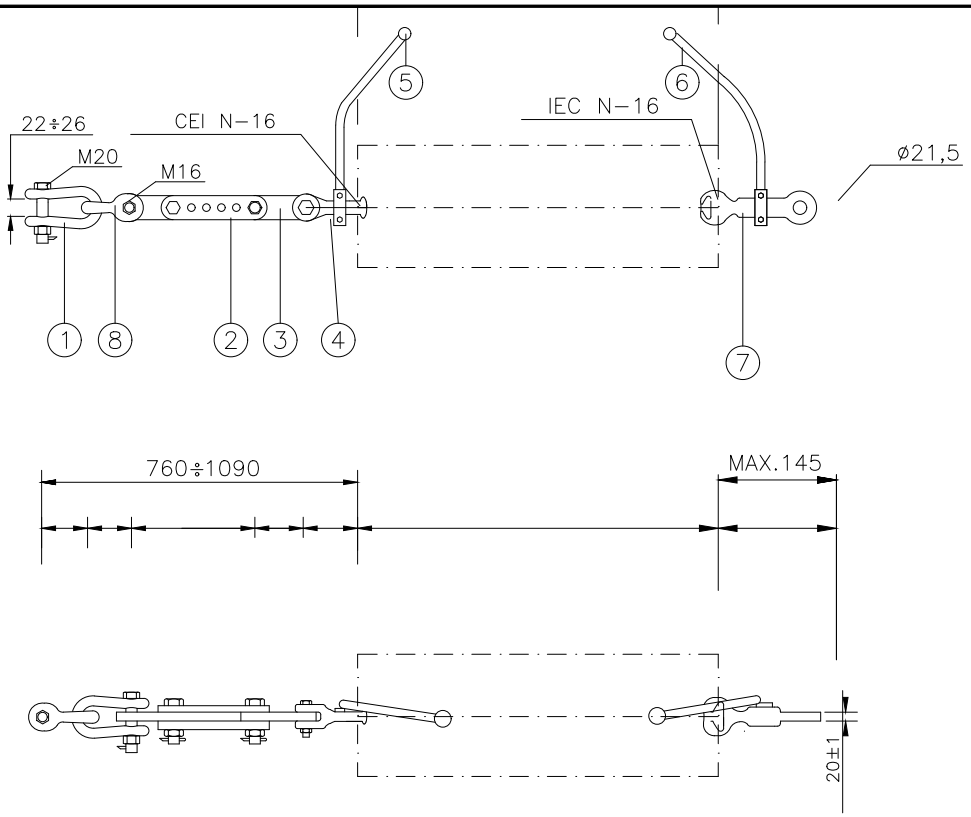
red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO
CADENA DE AMARRE 220 kV
DOBLE – SIMPLEX N–16

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF2H2121 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	1	ACERO				210 kN
2	ALARGADERA REGULA.	1	"				120 kN
3	ALARGADERA FIJA	1	"				120 kN
4	HORQUILLA BOLA PROT.	1	"				120 kN
5	DESCARG. SUPER. REV.	1					
6	DESCARGADOR INFER.	1	"				
7	ROTULA PASTILLA C.PROTEC.	1	"				120 kN
8	GRILLETE RECTO	1	"				120 kN

NOTAS: CARGA DE ROTURA MÍNIMA DE LA CADENA 120 kN
TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CODIGO MATERIAL
3106324

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
G	sep−22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
F	jun−22	P.F.C.	P.A.C.	SE CAMBIA PRIMER GRILLETE (M−20)
0	nov−03	A.L.A.	F.M.R.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

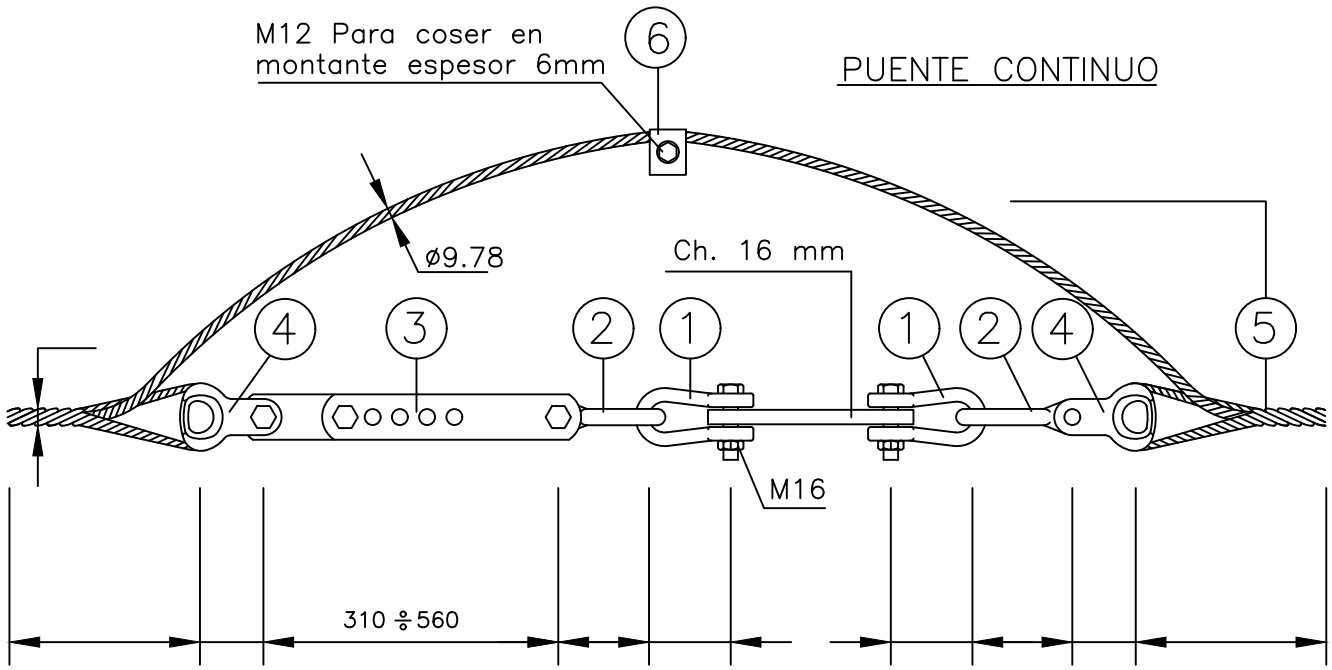
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

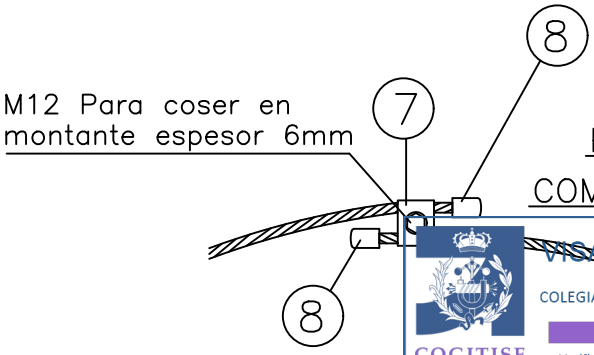
TÍTULO
CADENA DE AMARRE 220 kV
SENCILLA − SIMPLEX
N−16

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF2H1126 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





PUENTE PARTIDO PARA
COMIENZO Y FINAL DE BOBINA

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO			
2	ESLABON REVIRADO	2	"			
3	ALARGADERA REGULABLE	1	"			
4	HORQUILLA GUARDACABO	2	"			
5	RETENCION PREFORMADA	2	ACERO REC.AL.			
6	CONEXION SENCILLA	1	ALEAC. ALUM.			
7	GRAPA PARALELA SIMETRICA	1	"			
8	TAPON TERMINAL	2	"			

NOTAS:

CABLE – ACERO RECUBIERTO ALUMINIO ø 9.78 mm
CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES 120 kN
CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA RETENCION 80 kN
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO,GALVANIZADAS
COTAS EN mm

CODIGO MATERIAL
3061200

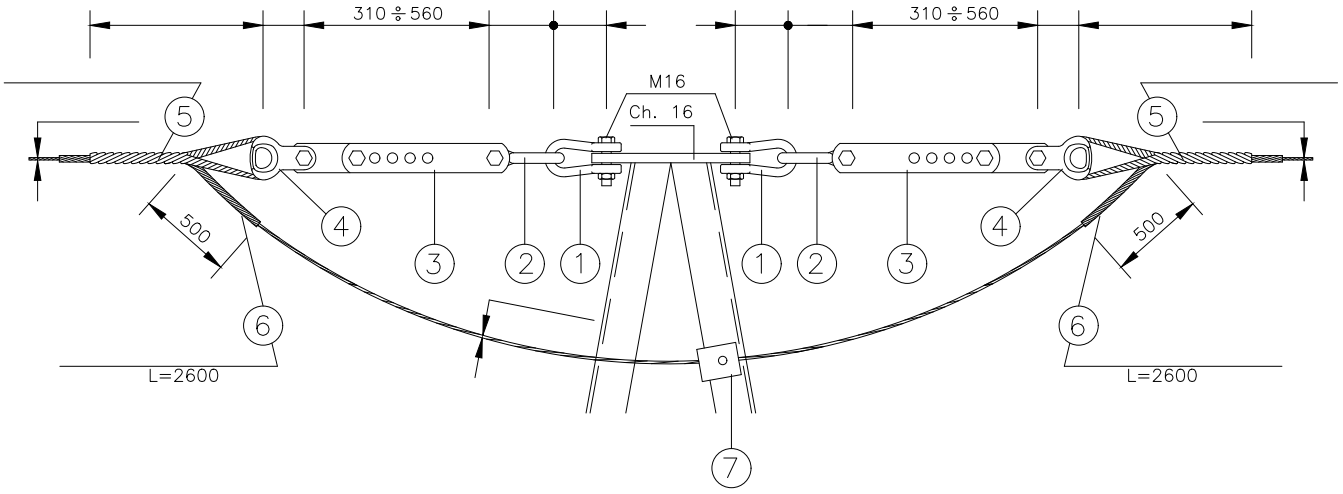
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	nov–22	P.F.C.	P.A.C.	SE INCLUYE "7N8" EN TÍTULO
D	sep–22	C.M.G..	A.L.A.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	abr–98	A.L.A.	A.L.A.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN

TÍTULO
CONJUNTO AMARRE
CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL 7N8

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF4H012 | HOJA 1 DE 1



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS CONSTRUCCIÓN:

1.– Para montaje en portico utilizar medio conjunto.
2.– Cuando el conjunto se utiliza para bajada de cables no se montara la posicion 7.

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO			
2	ESLABON REVIRADO	2	”			
3	ALARGADERA REGULABLE	2	”			
4	HORQUILLA GUARDACABO	2	”			
5	RETENCION PREFORMADA	2	AC.REC.AL/C.SILICE			
6	VARILLAS PROTECCION	2	”			
7	CONEXION BAJADA	1	ALEAC.ALUMINIO			

NOTAS:

CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES 120 kN
CARGA DE LA ROTURA MINIMA DE LA RETENCION 120 kN
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO,GALVANIZADAS
COTAS EN mm

GAMA de ø	CODIGO MATERIAL
ø15,10÷ø16,99 mm	3103126
ø13,70÷ø15,09 mm	3106263

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	ago–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	nov–12	A.L.A	A.G.M.	SE MODIFICAN VALORES ALARGADERA
0	ene–01	A.L.A	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

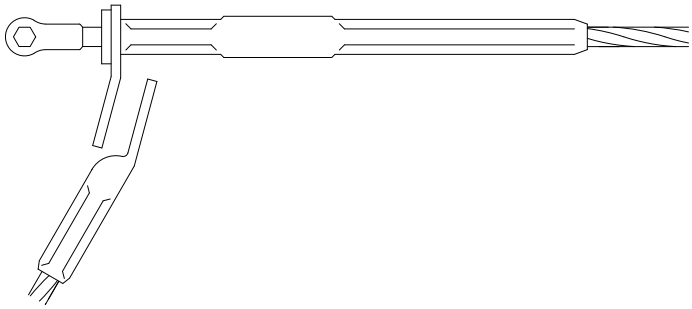
red eléctrica

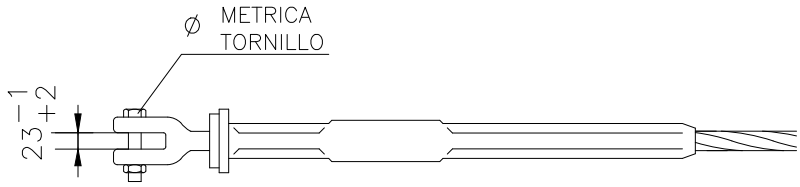
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO
CONJUNTO DE AMARRE
CABLE COMPUESTO (TIERRA–ÓPTICO)(ø13,70–16,99mm)

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
S/E
Nº SF4H127 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





CONDUCTOR	CODIGO DE GRAPA	CONDUCTOR EN mm	CARGA MINIMA DE ROTURA DE GRAPA	Ø
GULL	3010130	ø25,38	⩾95% CARGA DE ROTURA DEL CABLE	M20
CONDOR	3010125	ø27,72	”	M20
RAIL	3010139	ø29,61	”	M20
CARDINAL	3010124	ø30,42	”	M20
LAPWING	3010137	ø38,16	”	M20
HAWK	3010132	ø21,8	”	M16
GULL	3111614	ø25,38	”	M16
CURLEW	3111611	ø31,60	”	M20
HEN	3010133	ø22,4	”	M16
TERN	3401519	ø27,03	”	M20

TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
H	ago−22	M.M.G.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
G	jun−21	A.L.A.	JP.Y.	SE AÑADE CONDUCTOR TERN
0	jun−21	A.L.A.	D.LA.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

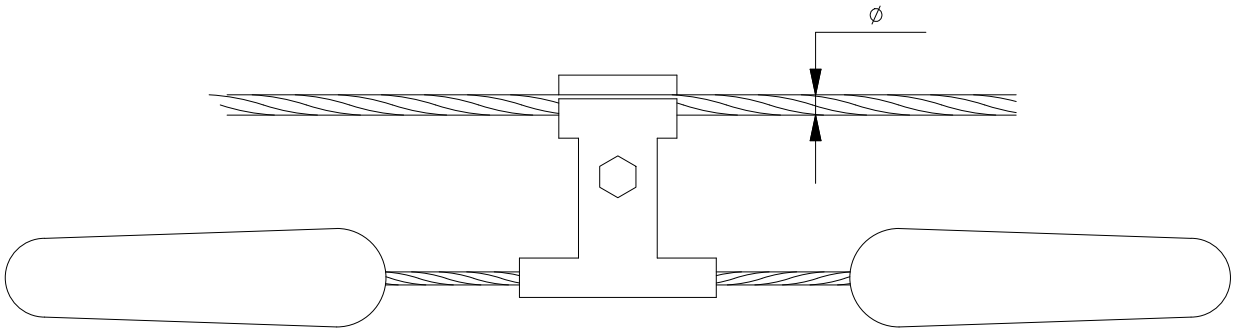
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

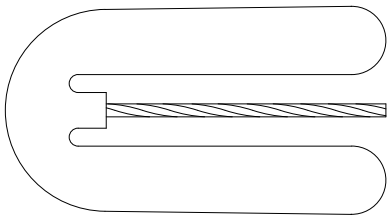
TÍTULO
GRAPA DE AMARRE

COORD. | HUSO
CODIGO
A4 | S/E
Nº G001 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidos salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

GAMA de ø	CODIGO MATERIAL
ø8 ÷ ø13	3300055

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	sep−22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
D	jul−21	A.L.A.	JP.Y.	SE MODIFICA CÓDIGO DE MATERIAL
0	may−96	A.L.A.	V.H.G	CREACIÓN DE PLANO

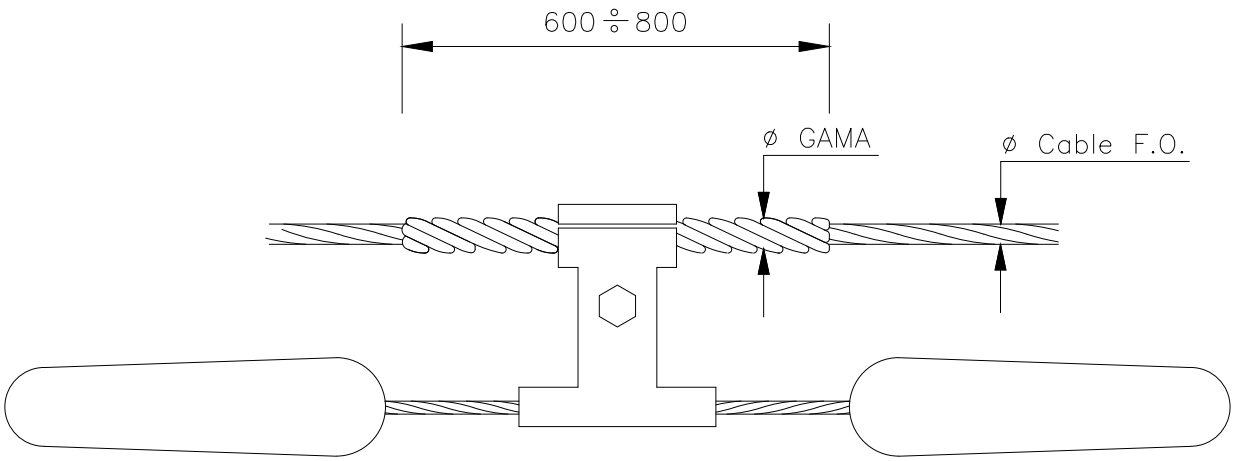
red eléctrica

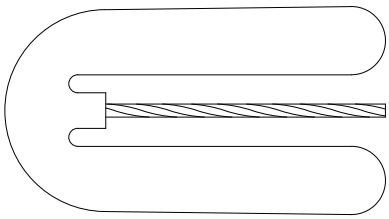
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: AMORTIGUADOR
CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF4H090 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CABLE F.O.ø	GAMA de ø	CODIGO MATERIAL
ø15,10 ÷ ø18,58	ø21,50 ÷ ø30	3300057
ø13,79 ÷ ø15,09	ø16,50 ÷ ø24	3300056

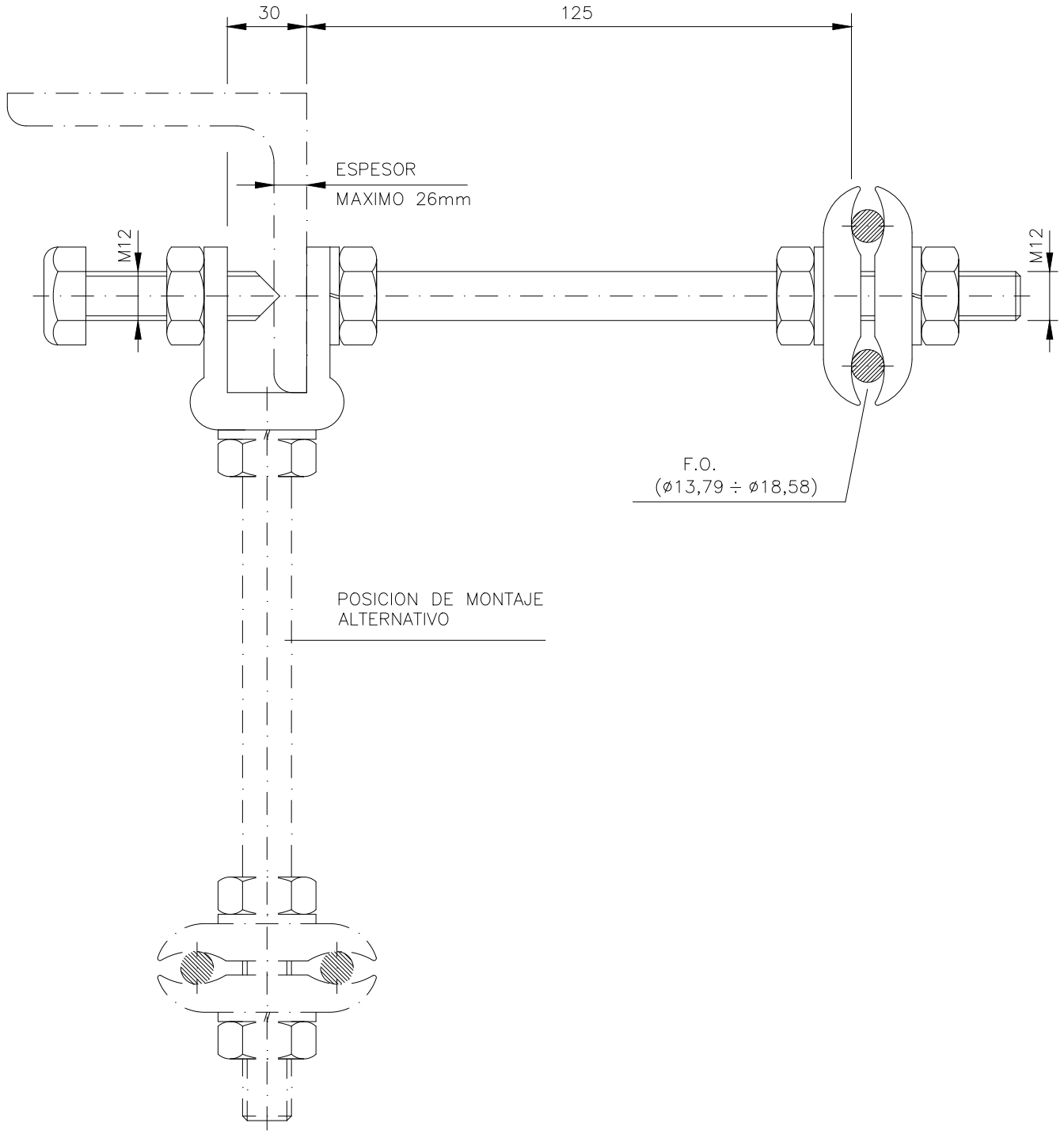
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
H	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
G	jun–20	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICAN CÓDIGO DE MATERIAL
0	may–96	A.L.A.	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: AMORTIGUADOR
CABLE COMPUESTO TIERRA – ÓPTICO

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF4H027 | HOJA 1 DE 1



GRAPA ALEACION ALUM

RESTO MATERIAL ACERO GALVANIZADO

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CODIGO MATERIAL
3010046

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	abr–14	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICA ESPESOR MÁXIMO
0	mar–00	M.H.G.	V.H.G.	CREACIÓN DE PLANO

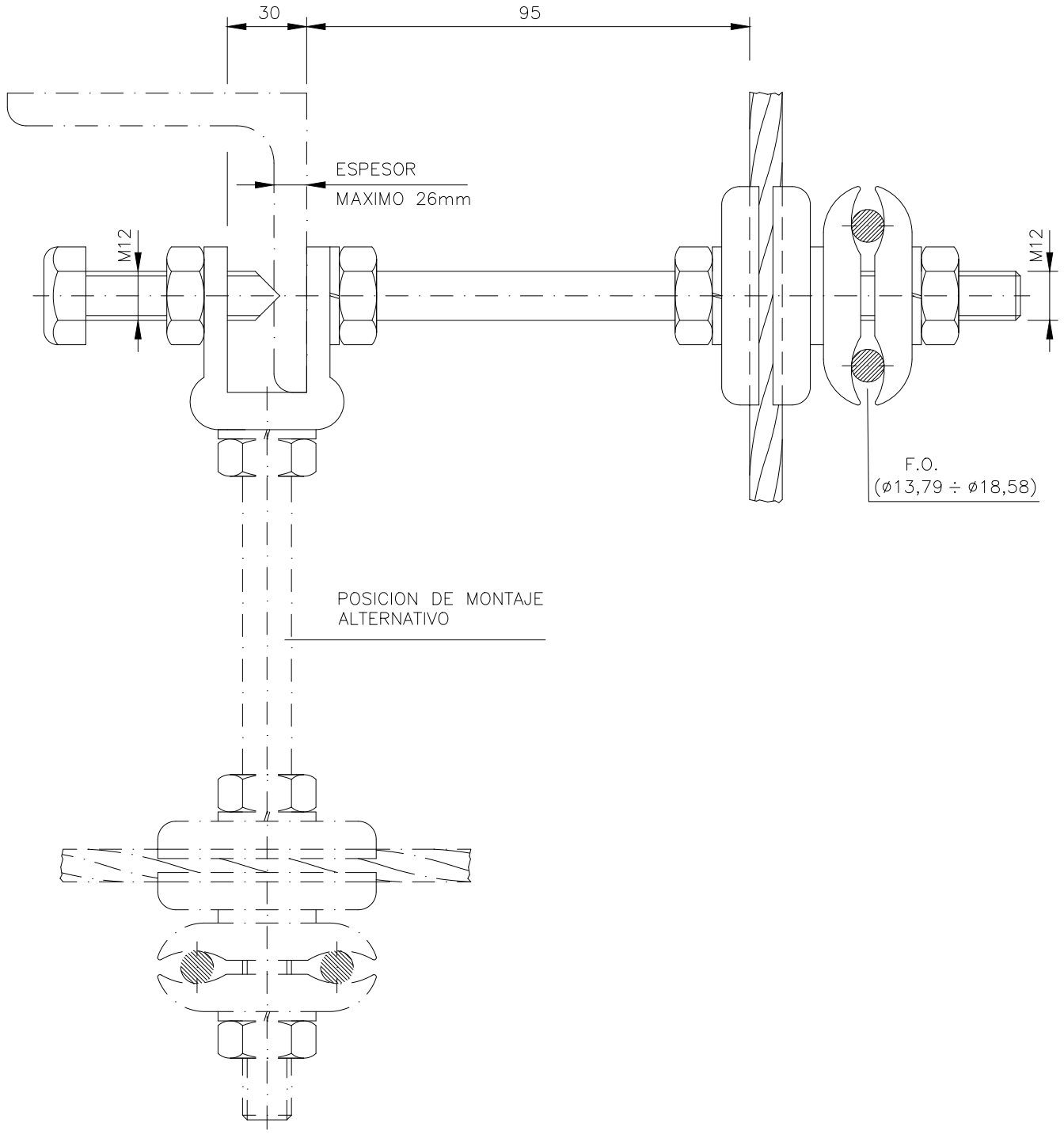
red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO
ACCESORIO SENCILLO DE BAJADA
PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF4H103 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



GRAPA ALEACION ALUM

RESTO MATERIAL ACERO GALVANIZADO

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CODIGO MATERIAL
3010047

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	abr–14	A.L.A.	A.L.A.	SE MODIFICA ESPESOR MÁXIMO
0	abr–00	M.H.G.	V.H.G.	CREACION DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: ACCESORIO DOBLE DE BAJADA PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA

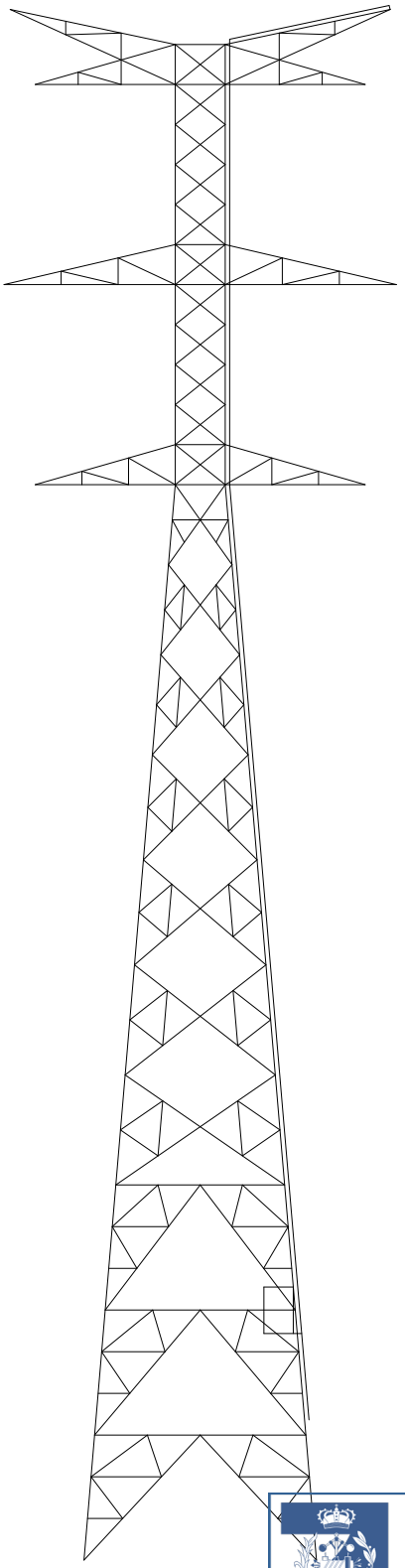
COORD. N/A | HUSO N/A

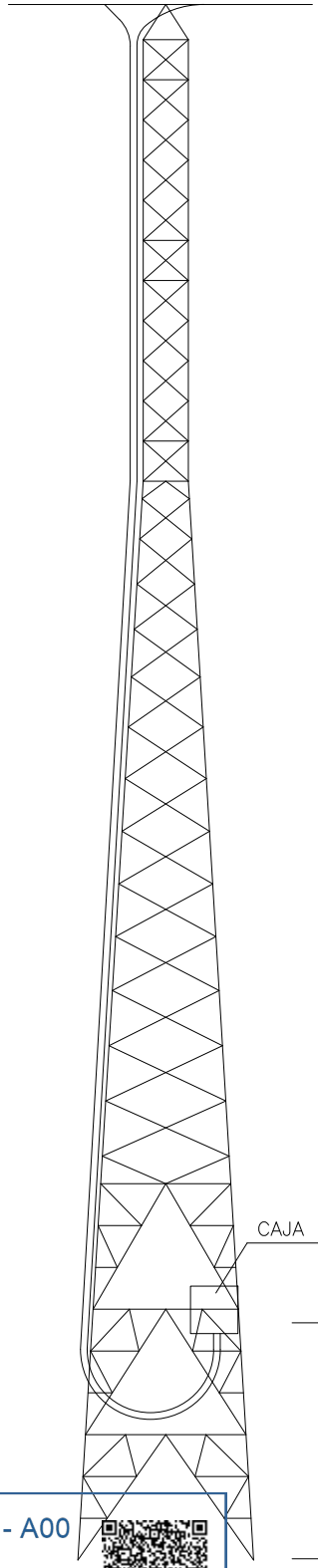
CODIGO N/A

A4V | S/E

Nº SF4H104 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	may–09	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICA TÍTULO DE PLANO
0	abr–00	M.H.G.	V.H.G.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN

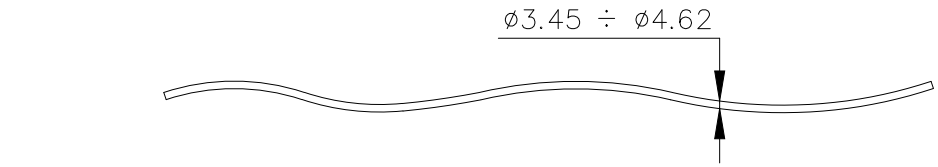
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

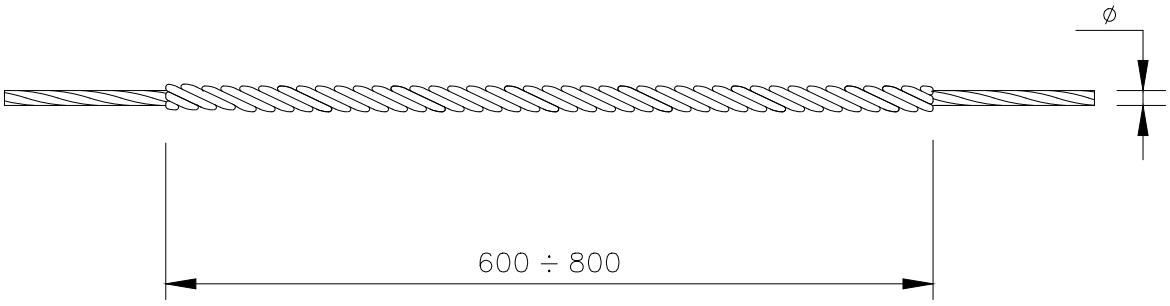
TÍTULO

DISPOSICIÓN DE BAJADA DE CABLE COMPUESTO TIERRA – ÓPTICO CABLE OPGW PARA 17 Y 25 kA

COORD.	N/A	HUSO	N/A
CODIGO	N/A		
A4V	S/E		
Nº	SF4H105	HOJA	1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

GAMA DE ø	CODIGO MATERIAL
ø14.10 ÷ ø15.09	3300067
ø15.10 ÷ ø16.80	3300059
ø16.81 ÷ ø18.60	3300063

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	sep–22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
D	jun–20	A.L.A.	A.G.M.	SE MODIFICA CÓDIGO DE MATERIAL
0	feb–06	A.L.A.	A.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

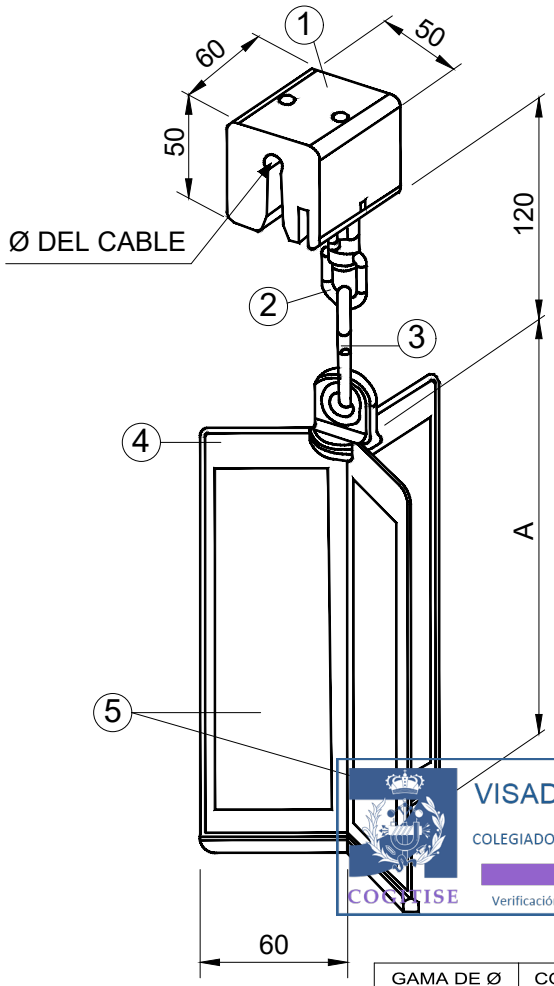
red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO
VARILLAS DE PROTECCIÓN
SEGUNDO AMORTIGUADOR
CABLE COMPUESTO TIERRA – ÓPTICO

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO N/A
A4V | S/E
Nº SF4H208 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

NOTA : Cota A = 120 solo Fuerteventura y Lanzarote

POSICIÓN	DENOMINACIÓN	MATERIAL
1	ELASTOMERO DE FIJACIÓN	POLIURETANO
2	GIRATORIO	AC. INOX. AISI-316
3	ESLABÓN DOBLE S	AC. INOX. AISI-316
4	ASPA (color naranja) RAL 2004	POLIAMIDA
5	REFLECTANTE - ROJO Y AMARILLO	

GAMA DE Ø (mm)	CODIGO DE MATERIAL A = 205	CODIGO DE MATERIAL A = 120
8,70 - 9,50	3109928	3112878
9,50 - 10,00	3109929	3112879
10,00 - 10,50	3112870	3112880
10,50 - 11,00	3112871	3112881
11,00 - 11,50	3109930	3112882
11,50 - 12,20	3111780	3112883
12,20 - 12,70	3112872	3112884
12,70 - 13,30	3112873	3112885
13,31 - 13,80	3112874	3112886
13,80 - 14,40	3111781	3112887
14,40 - 14,80	3112875	3112888
14,80 - 15,40	3109931	3112889
15,40 - 15,90	3112876	3112890
15,90 - 16,40	3109932	3112891
16,70 - 17,30	3109933	3112892
17,30 - 17,70	3112877	3112893
17,80 - 18,30	3109934	3112894

TOLERANCIA GENERAL ±5 mm

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	ago-22	I.G.C.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	mar-19	A.L.A.	I.P.A.	SE MODIFICA COTA
O	abr-13	A.L.A.	I.P.A.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: SALVAPÁJAROS ASPA GIRATORIA

COORD. N/A | HUSO N/A

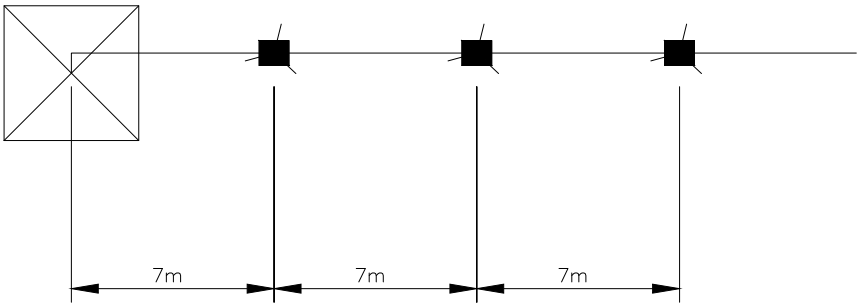
CODIGO N/A

A4V | S/E

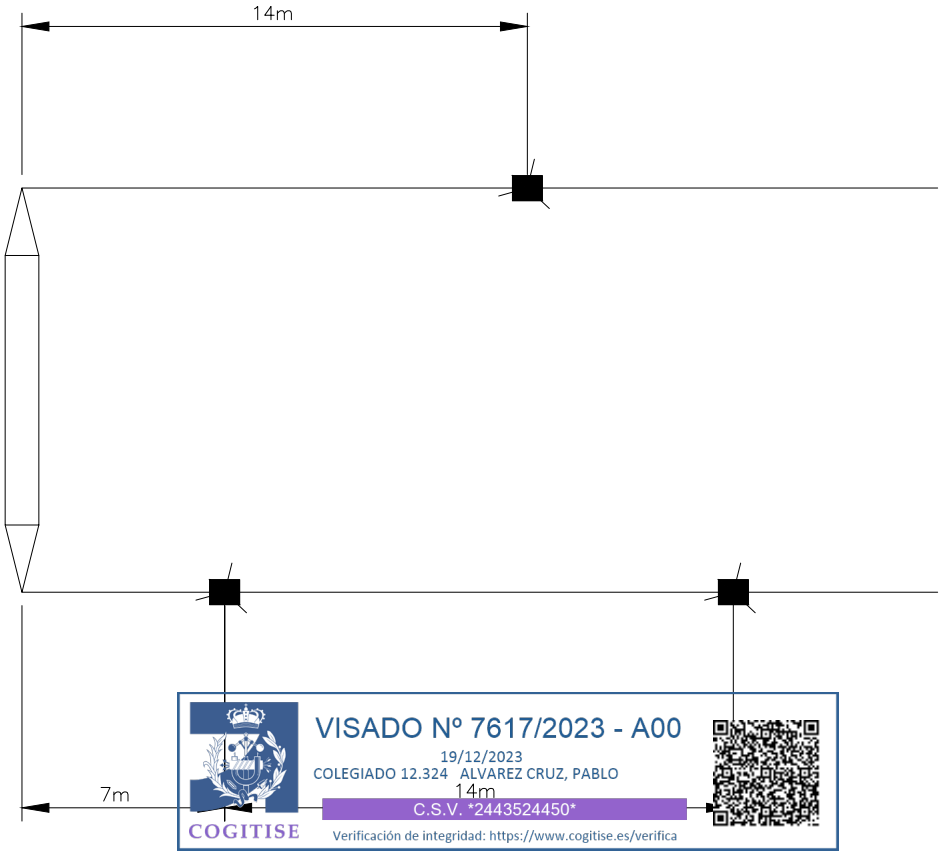
Nº SF4H222 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.; no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

UN CABLE DE TIERRA



DOS CABLES DE TIERRA



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	feb.–23	M.M.G.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	oct–19	A.L.A.	M.S.S.	SE MODIFICA TÍTULO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE SALVAPÁJAROS TIPO ASPA GIRATORIA PARA PROTECCIÓN DE AVIFAUNA

COORD.	HUSO
CODIGO	
A4V	S/E
Nº EMT–005	HOJA 1 DE 1

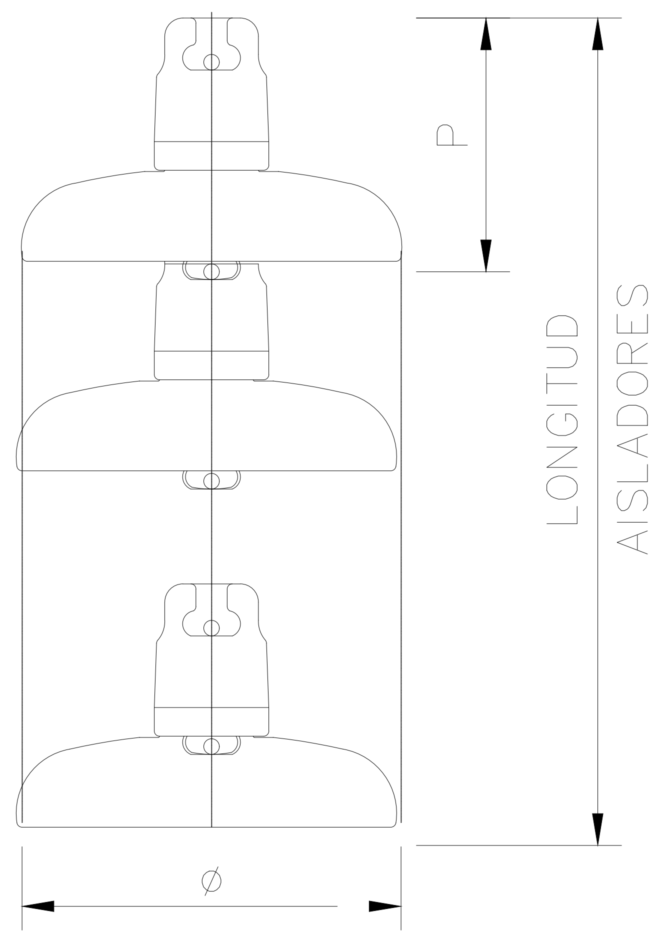
COTAS EN mm.

TENSIÓN	APOYO TIPO	DISPOSICIÓN	CONDUCTOR	FUNCIÓN	ZONA CLIMÁTICA	TIPO AISLADOR	CODIGO SAP V	CODIGO SAP VZ	CODIGO SAP VS	CODIGO SAP VSZ	P	∅	NIVEL I (16mm/kV)	NIVEL II (20mm/kV)	NIVEL III (25mm/kV)	NIVEL IV (31mm/kV)	ESPECIAL* (61mm/kV)	LINEA DE FUGA	NORMA
66 kV	D1	Sx	HAWK/GULL	A	A B C	U120B	3010011	3112350			146	255				8		320	IEC-N16
						U120BP	3010002	3109750	3109821	3112012		280					10	445	
				S	A B C	U120BP	3010002	3109750	3109821	3112012	146	280				8		445	
						U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502		320					10	545	
132 kV		Sx	HAWK/GULL	A	A B C	U120BP	3010002	3109750	3109821	3112012	146	280				11		445	
						U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502		320					17	545	
				S	A B C	U120BP	3010002	3109750	3109821	3112012	146	280				11		445	
	D1E					U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502		320					17	545	
220 kV	D2 Y S2	Sx	CONDOR	A	A B C	U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502	146	320				14		545	
				S	A B C	U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502	146	320				14		545	
		Sx	TERN	A	A B	U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502	146	320				14		545	
				S	A B	U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502	146	320				14		545	
		Sx	CONDOR/CARDINAL	A	A B C	U120B	3010011				146	255	15	17				320	
				S	A B C	U120B	3010011				146		15	17				320	
		Sx	TERN/RAIL	A	A B	U120B	3010011				146	255	15	17				320	
				S	A B	U120B	3010011				146		15	17				320	
		Dx	CONDOR	A	A B C	U160BS	3010012				146	280	2x15	2x15				380	IEC-N20
				S (1)	A B C	U120B	3010011				146	255	2x15	2x17				320	IEC-N16
		Dx	TERN	A	A B	U160BSP	3110534	3110532	3110132		146	320				2x14		545	IEC-N20
				S (1)	A B	U120BPG	3401512	3401510	3401511	3401502	146					14		545	IEC-N16
		Dx	TERN	A	A B	U240	3010014				170	280	15	15				380	IEC-N24
				S (1)	A B	U120B	3010011				146	255	2x15	2x17				320	IEC-N16
400 kV	43	Dx	RAIL	A	A B	U160BS	3010012				146	280	2x22	2x22				380	IEC-N20
				S	A B	U160BS	3010012				146		22	22				380	
		Dx	CARDINAL	A	A B C	U160BS	3010012				146	280	2x22	2x22				380	
				S	A B C	U160BS	3010012				146		22	22				380	
		Tx	CONDOR	A	A B C	U210B	3010013				170	280	2x21	-				380	
				S	A B C	U210B	3010013				170		21	-				380	
		Tx	TERN	A	A B	U160BL	3400883				170	280	2x22	-				380	
				S	A B	U210B	3010013				170		21	-				380	
	D4 Y C4	Dx	RAIL	A	A B	U160BS	3010012				146	280	2x22	2x23				380	
				S	A B	U160BS	3010012				146		22	23				380	
		Dx	CARDINAL	A	A B C	U160BS	3010012				146		2x22	2x23				380	
				S	A B C	U160BS	3010012				146		22	23				380	
		Dx	LAPWING	A	C	U210B	3010013				170		2x22	2x23				380	
				S	C	U210B	3010013				170		22	23				380	
		Tx	CONDOR	A	A B C	U210B	3010013				170		2x22	2x23				380	
				S (1)	A B C	U160BL	3400883				170		22	23				380	
		Tx	TERN	A	A B	U160BL	3400883				170		2x22	2x23				380	
				S (1)	A B	U160BL	3400883				170		22	23				380	
	43	Dx	RAIL/RAIL	A	A B	U160BSP	3110534	3110532	3110132		146	320				2x24		545	
	43E			S	A B	U160BSP	3110534	3110532	3110132		146					24		545	
	43	Dx	CONDOR/CARDINAL	A	A B C	U160BSP	3110534	3110532	3110132		146	320				2x24		545	
	43E			S	A B C	U160BSP	3110534	3110532	3110132		146					24		545	
	D4 Y C4	Tx	CONDOR	A	A B C	U210BP	3010004				170	320				2x25		530	
	D4E Y C4E			S	A B C	U210BP	3010004				170					25		530	
	D4 Y C4	Tx	TERN	A	A B	U210BP	3010004				170	320				2x25		530	
	D4E Y C4E			S	A B	U210BP	3010004				170					25		530	

(1) CADENAS EN "V"

APOYOS	LONGITUD (TOTAL)
D1	2230
S2	3000
D2	3000
43	4000
D4	5000
C4	5000

V:VIDRIO SIN ÁNODO SACRIFICIO
VZ:VIDRIO CON ÁNODO SACRIFICIO (Zn)
VS:VIDRIO SILICONADO SIN ÁNODO SACRIFICIO
VSZ:VIDRIO SILICONADO CON ÁNODO SACRIFICIO (Zn)



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

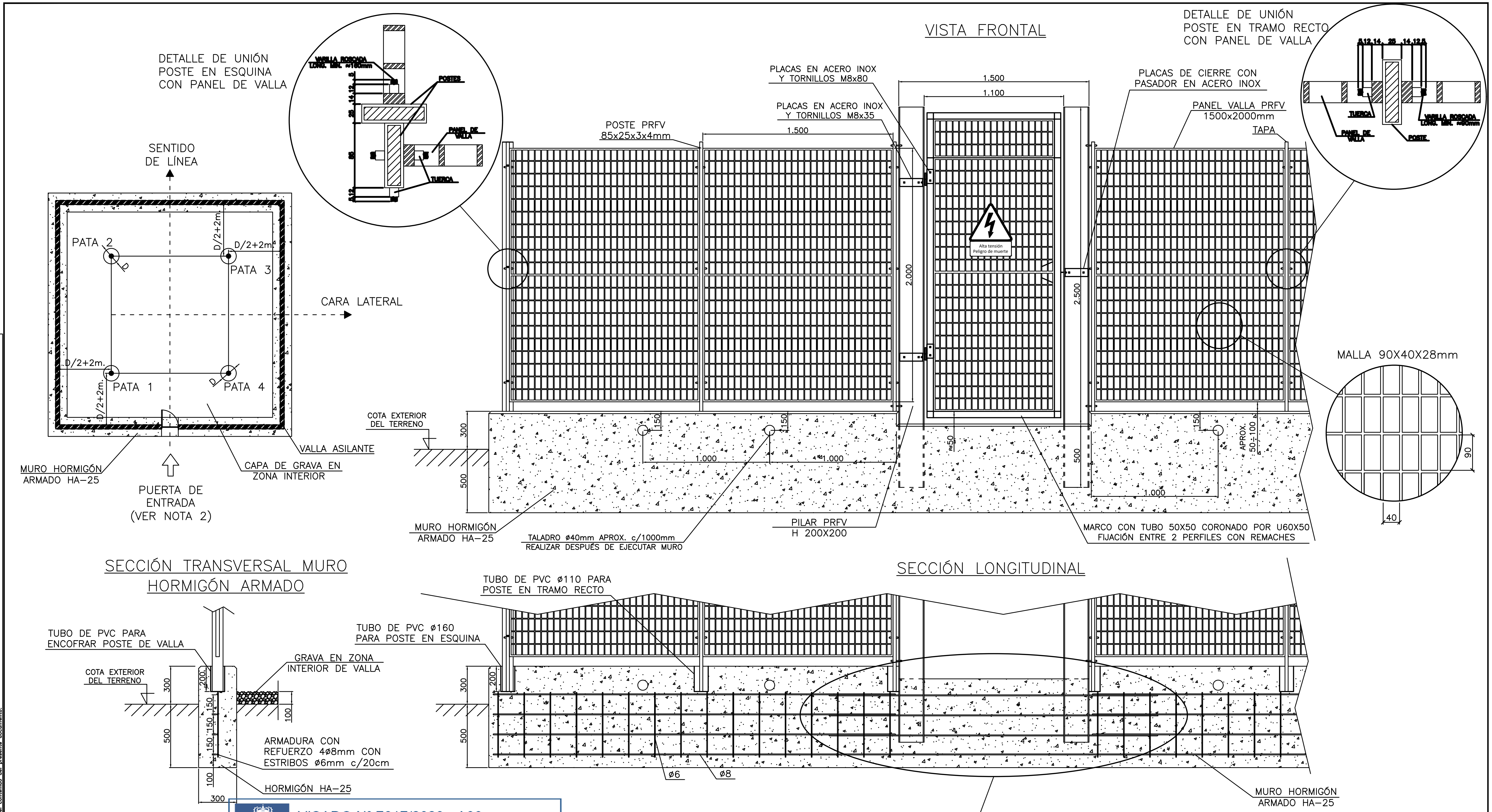
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
L	ago-22	M.M.G.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN Y CORRECCIÓN ERRATAS CÓDIGO SAP
K	abr-22	C.M.S.	C.G.B.	SE ACTUALIZAN CÓDIGOS
0	may-15	A.L.A.	D.L.A.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

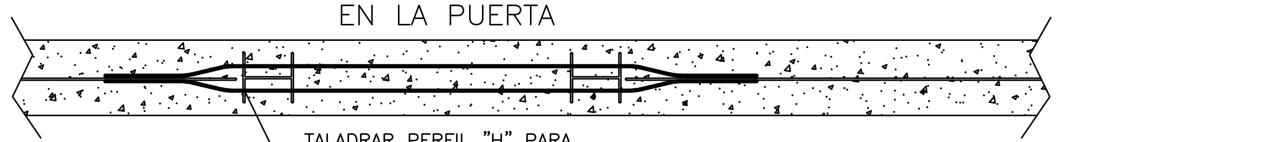
TÍTULO: AISLAMIENTO DE VIDRIO

COORD. N/A HUSO N/A
CODIGO N/A
A2 S/E
Nº A001 HOJA 1 DE 1



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE

DETALLE DE ARMADURA EN LA PUERTA



TALADRAR PERFIL "H" PARA INTRODUCIR VARILLA DE ATADO DE ARMADURA

NOTAS:

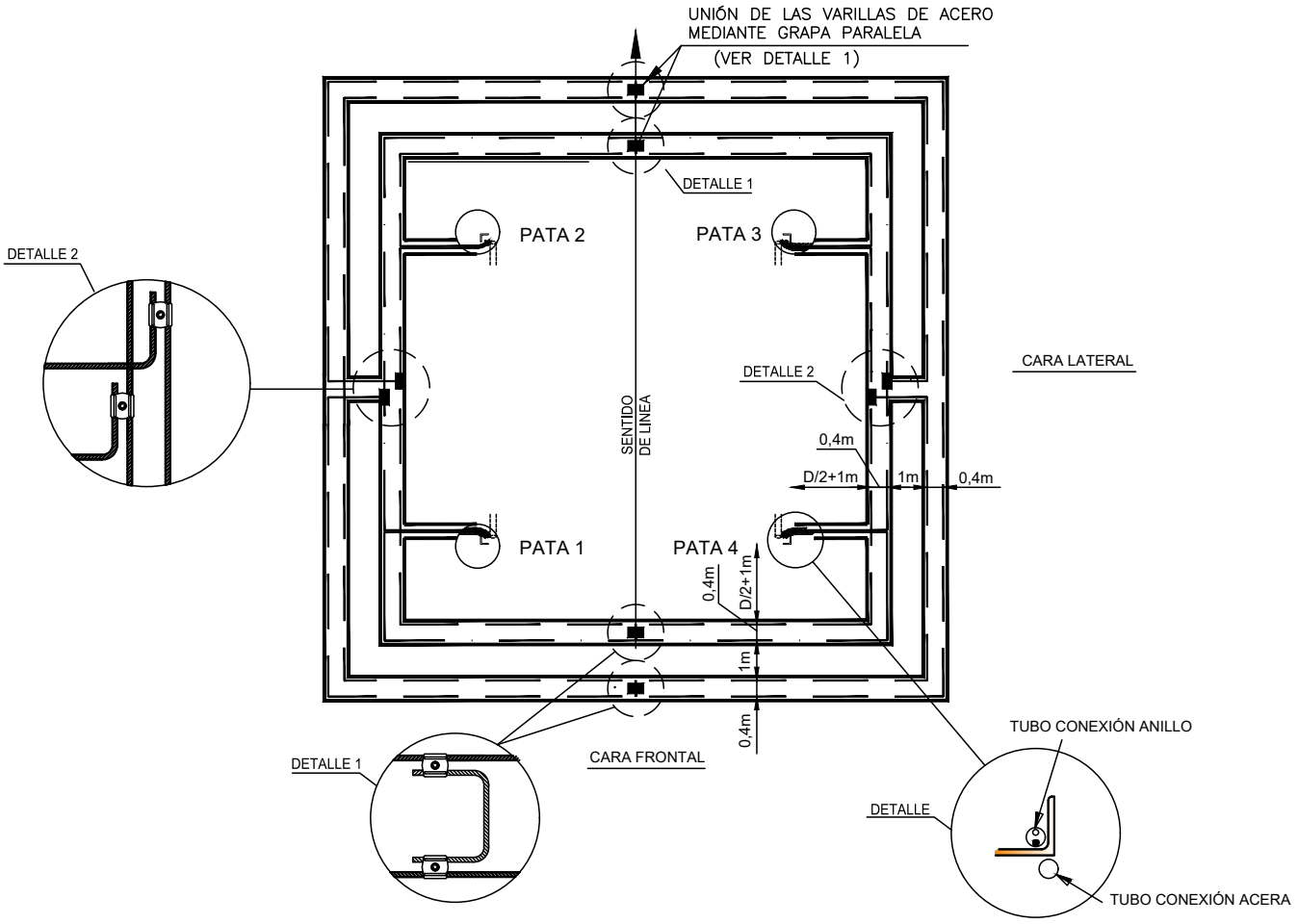
1. PARA UBICAR LA VALLA SE TOMARÁ COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABECERA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D"=DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE SEGÚN EL PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO. EN CASO DE APOYOS DE CIMENTACIÓN MONOBLOQUE D=0m
2. LA PUERTA DE ENTRADA SE UBICARÁ EN EL CENTRO DEL LADO DEL APOYO MAS ACCESIBLE. LA PUERTA DEBE ABRIRSE HACIA DENTRO.
3. EL INTERIOR DEL RECINTO VALLADO SE RELLENARÁ CON UNA CAPA DE GRAVA DE ESPESOR 100mm APROX.
4. DEBE INSTALARSE UNA SEÑAL "ALTA TENSIÓN–PELIGRO DE MUERTE" EN LA PUERTA Y EN CADA LADO DEL VALLADO.
5. LOS TALADROS ø 40mm SOBRE EL MURO ÚNICAMENTE SE REALIZARÁN SI LA COTA DEL TERRENO EXTERIOR ES INFERIOR A LA COTA DE LA GRAVA. COMO MÍNIMO UN LATERAL DEL APOYO DEBERÁ TENER COTA SUPERIOR A LA COTA DEL TERRENO EXTERIOR DEL APOYO.
6. LOS PANELES DE VALLA PRFV 1500X2000 SE CORTARÁN PARA AJUSTARSE A LAS DIMENSIONES DEL PERÍMETRO DEL VALLADO SEGÚN CADA CASO.
7. COTAS EN mm

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
D	nov-22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
C	ago-14	R.A.T.	G.D.C.	SE CORRIGE ERRATA EN NOTAS
B	abr-14	R.A.T.	G.D.C.	SE ACOTA EL ANCHO DEL MURO

red eléctrica	INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS	COORD. / HUSO
		CODIGO
	TÍTULO: VALLA AISLADA PARA APOYOS FRECUENTADOS	S/E
		Nº PAT008 / HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad del uso no autorizado del contenido del presente documento.

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN LOS ANILLOS DE P.a.T



NOTAS:

1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁN COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES PARA APOYOS DE 4 PATAS, SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO. PARA APOYOS MONOBLOQUE SE TOMARÁ COMO REFERENCIA DE COTAS LA CIMENTACIÓN HORMIGONADA DEL APOYO Y UN VALOR DE D = 0.

2. PROFUNDIDAD DE ZANJA 1er Y 2º ANILLO:
   - 0,40 m EN ROCA
   - 0,60 m EN TIERRA
   - 0,80 m EN ZONA AGRÍCOLA

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL APOYO SEA FRECUENTADO O NO FRECUENTADO, TODAS LAS PATAS TENDRÁN DOS TUBOS DE PLÁSTICO Ø 50 mm.

4. LAS CUATRO PATAS ESTARÁN CONECTADAS CON EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL MEDIANTE EL SEGUNDO TUBO.

5. LAS ARMADURAS IRÁN CONECTADAS AL MONTANTE MEDIANTE UNA GRAPA BASCULANTE Y OTRA SENCILLA.

6. EN APOYOS CON PROBLEMAS DE ESPACIO PARA LA EJECUCIÓN DEL 2º ANILLO SE PERMITIRÁ LA REALIZACIÓN DE ÚNICAMENTE EL 1er ANILLO.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	dic–22	A.S.R.	C.G.B.	ADECUACIÓN A LAS NUEVAS CIMENTACIONES
B	nov–22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN Y NOTAS
0	mar–14	R.A.T.	G.D.C.	CREACIÓN PLANO

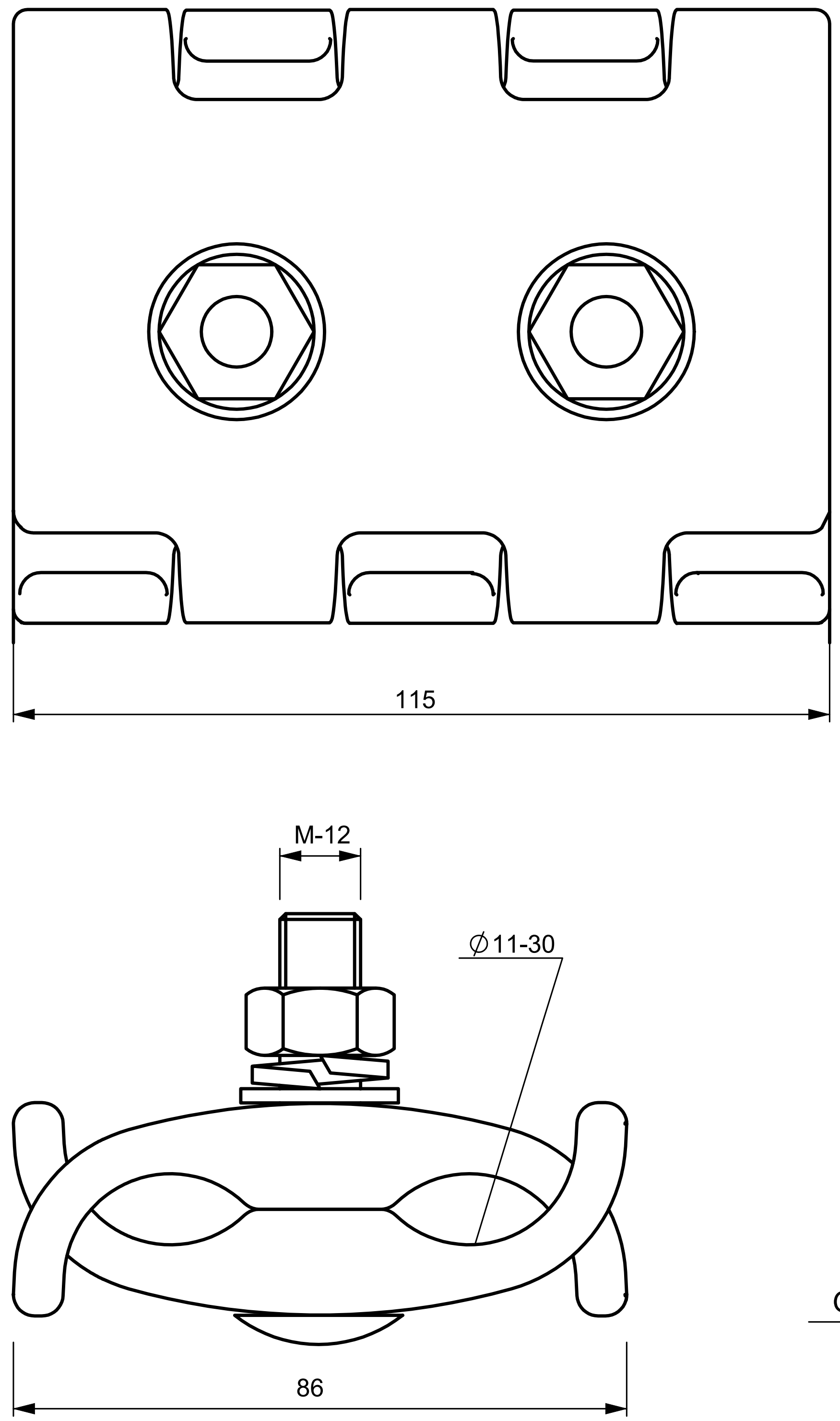
red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

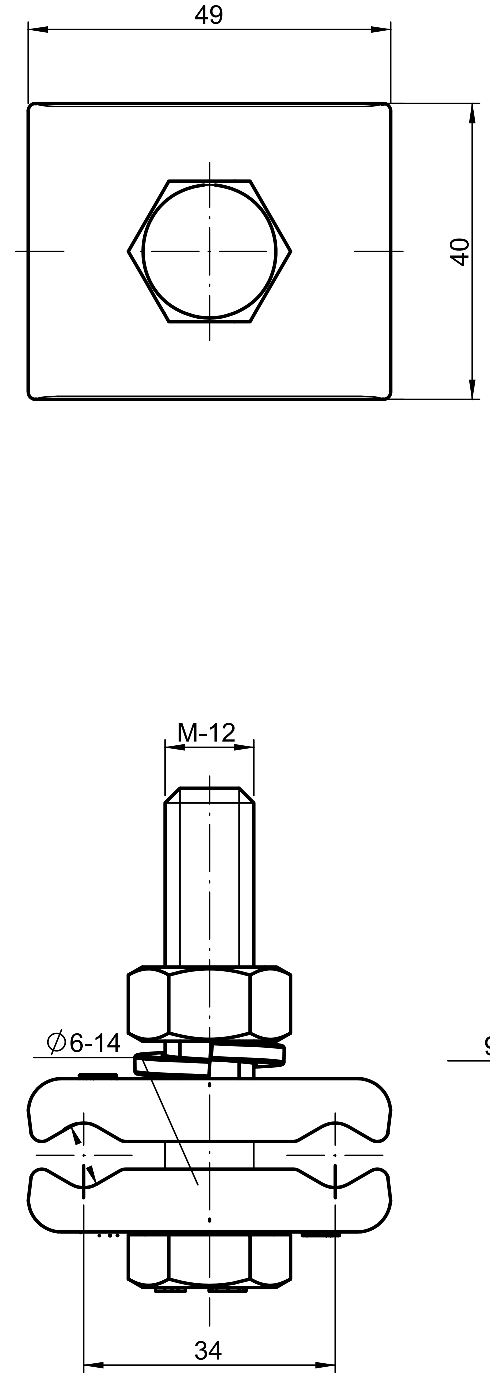
TÍTULO
ANILLOS DE PUESTA A TIERRA
APOYOS DE PASO AÉREO–SUBTERRÁNEO

COORD. | HUSO
CODIGO
S/E
Nº PAT009 | HOJA 1 DE 1

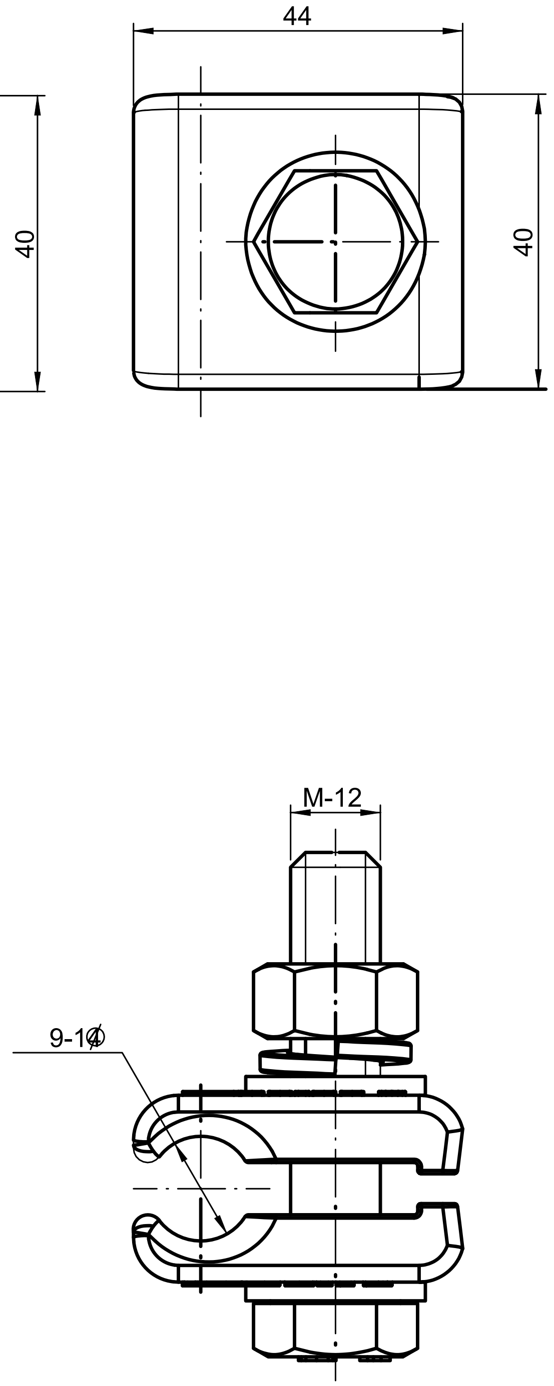
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



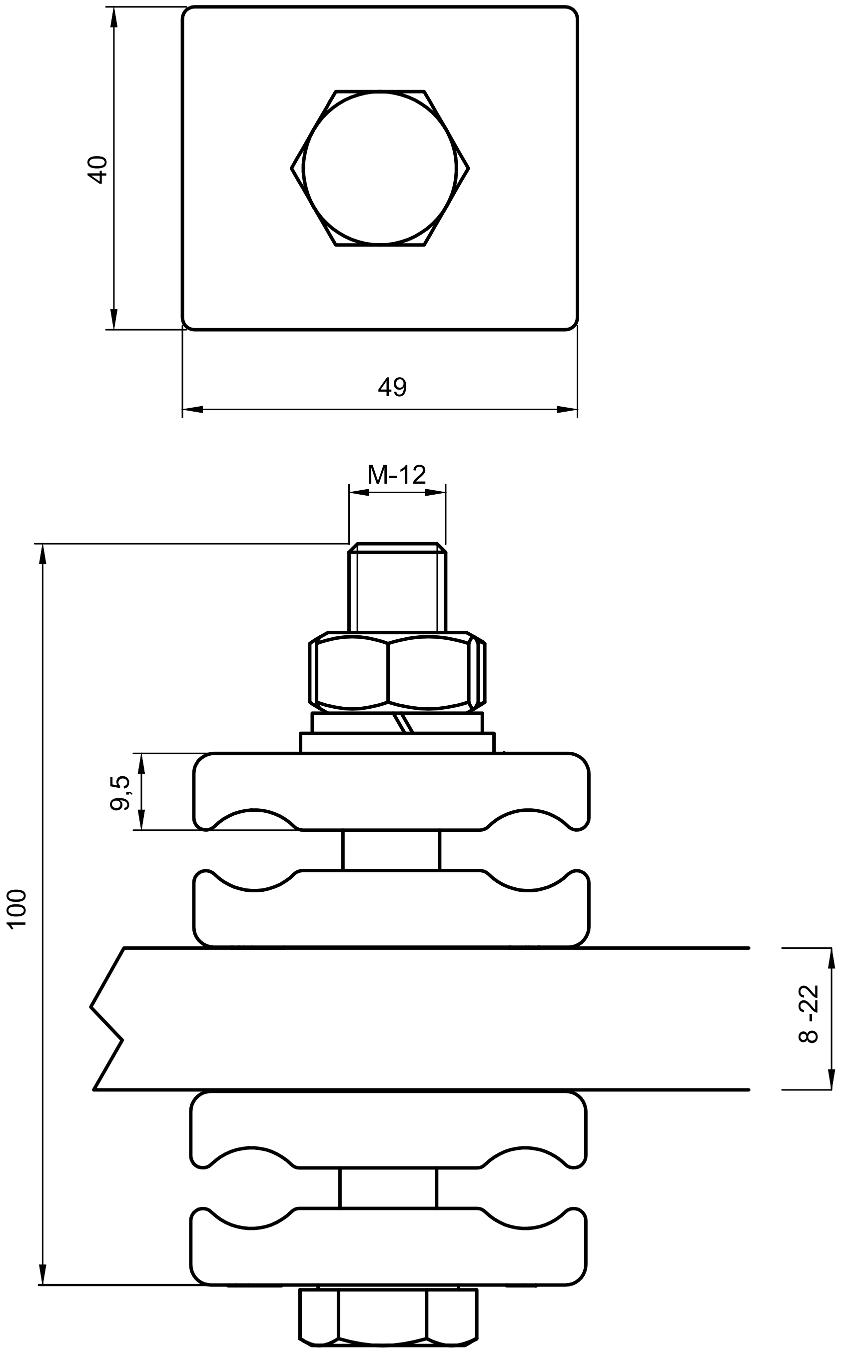
GRAPA DE CONEXION DOBLE BASCULANTE



GRAPA DE CONEXION DOBLE



GRAPA DE CONEXION SENCILLA



GRAPA DE CONEXION PARALELA DOBLE TORRE

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	ago–22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	feb–21	A.L.A.	J.B.Z.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

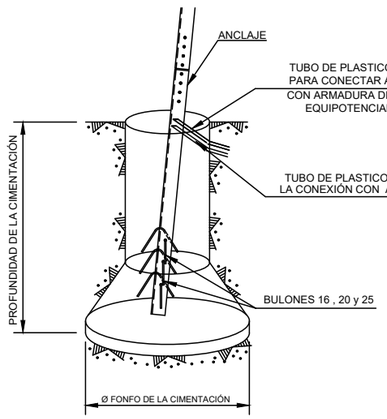
INSTALACIÓN	NORMALIZACIÓN DE LINEAS	COORD.	HUSO
TÍTULO	GRAPAS DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA	CODIGO	
		S/E	
		Nº PAT012	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

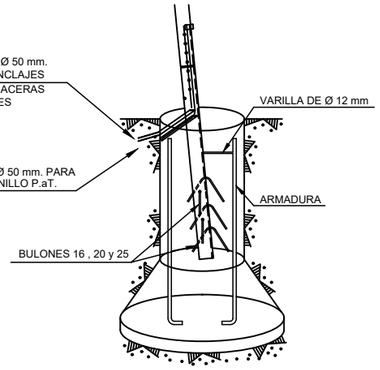
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y, por tanto, su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Queda prohibida la reproducción total o parcial, distribución, divulgación, modificación, puesta a disposición, extracción y reutilización de todo o una parte sustancial de este documento, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico, mecánico, mediante fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el previo consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. En el caso de que RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. o cualquiera de sus filiales facilite a terceros el presente documento en formato editable, RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

CIMENTACIÓN PATA ELEFANTE

SIN ARMADURAS

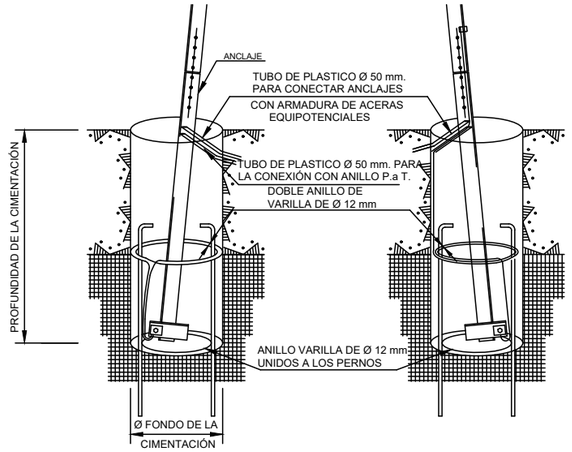


CON ARMADURAS



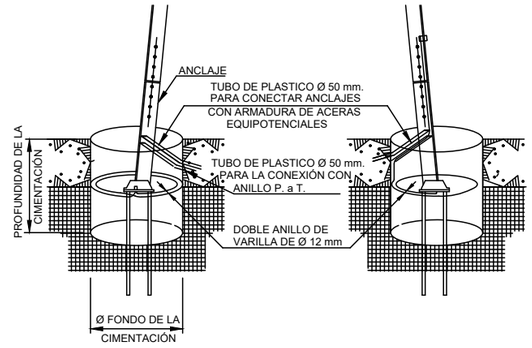
CIMENTACIÓN MIXTA

PATAS 1 y 3 — PATAS 2 y 4

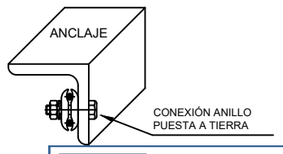


CIMENTACIÓN EN ROCA

PATAS 1 y 3 — PATAS 2 y 4



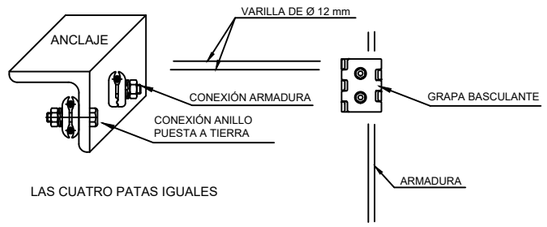
DETALLE CONEXIÓN ANCLAJE CON ANILLO EN CIMENTACIÓN SIN ARMADURAS



LAS CUATRO PATAS IGUALES

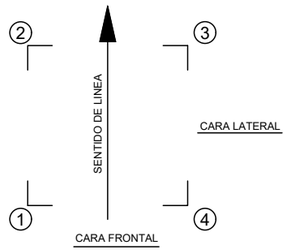
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DETALLE CONEXIONES CON ARMADURAS Y ANCLAJE EN CIMENTACIÓN ARMADA



LAS CUATRO PATAS IGUALES

IDENTIFICACIÓN PATAS



EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	nov–22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	feb–21	A–L–A	J.B.Z.	SE ACTUALIZA PLANO
0	sep–13	A.L.A.	J.B.Z.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO
PUESTAS A TIERRA EN PATAS
APOYOS CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS

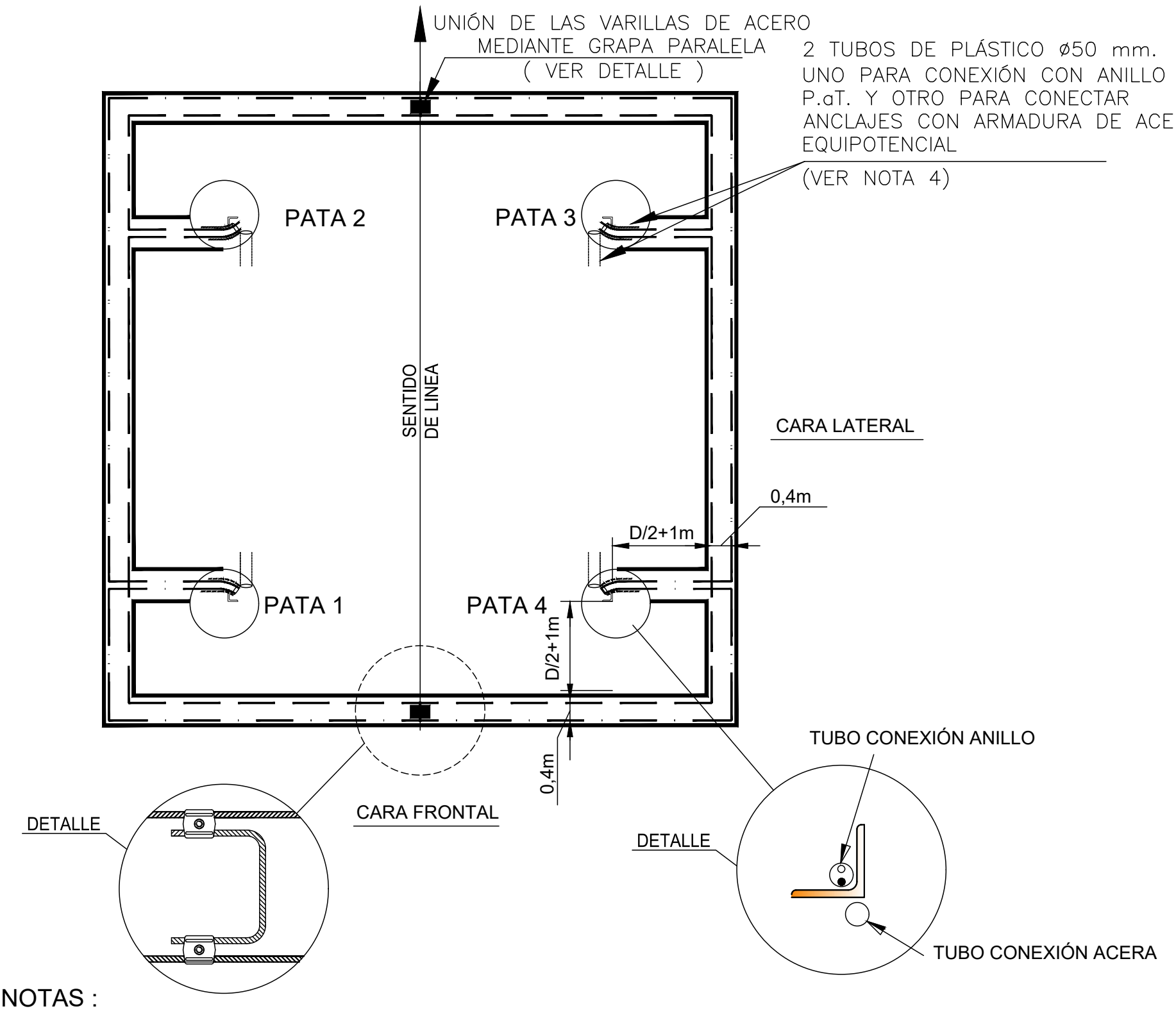
COORD. | HUSO

CODIGO

S/E

Nº PAT013 | HOJA 1 DE 1

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN EL ANILLO DE P.aT.



NOTAS :

1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁN COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO.

2. PROFUNDIDAD DE ZANJA:
   - 0,40 m EN ROCA.
   - 0,60 m EN TIERRA.
   - 0,80 m EN ZONA AGRÍGOLA.

3. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL APOYO SEA FRECUENTADO O NO FRECUENTADO, TODAS LAS PATAS TENDRÁN DOS TUBOS DE PLÁSTICO Ø 50 mm.

4. LAS CUATRO PATAS ESTARÁN CONECTADAS CON EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL MEDIANTE EL SEGUNDO TUBO.

5. LAS ARMADURAS IRÁN CONECTADAS AL MONTANTE MEDIANTE UNA GRAPA BASCULANTE Y OTRA SENCILLA.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	nov.22	A.S.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	Feb.–21	A.L.A.	J.B.Z.	SE AÑADEN TUBOS EN PATAS 2 Y 4
D	Sep.–14	A.L.A.	J.B.Z.	SE MODIFICA INDICACIONES DE TUBOS

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: ANILLO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO NO FRECUENTADO (NF) CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS

COORD. | HUSO

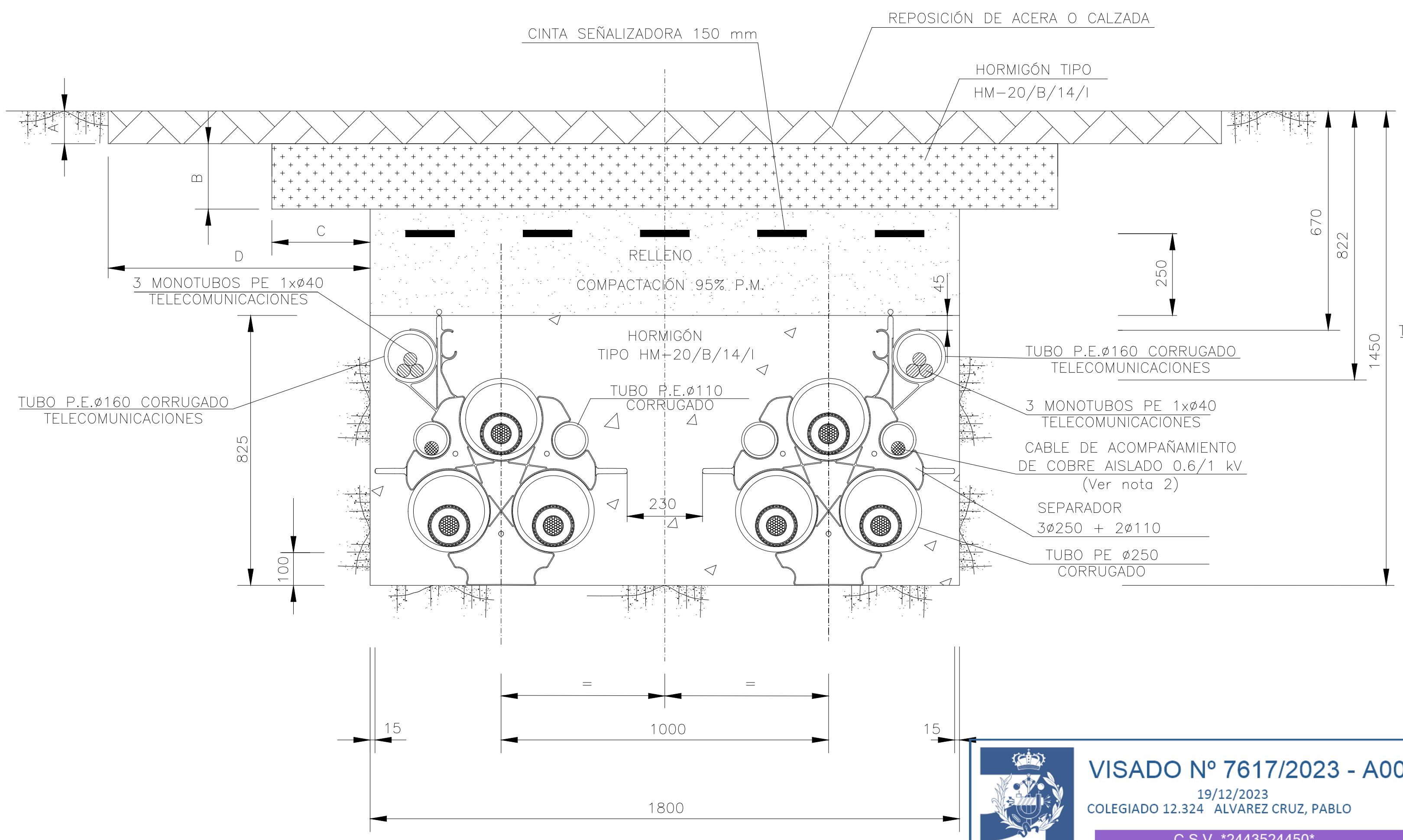
CODIGO

S/E

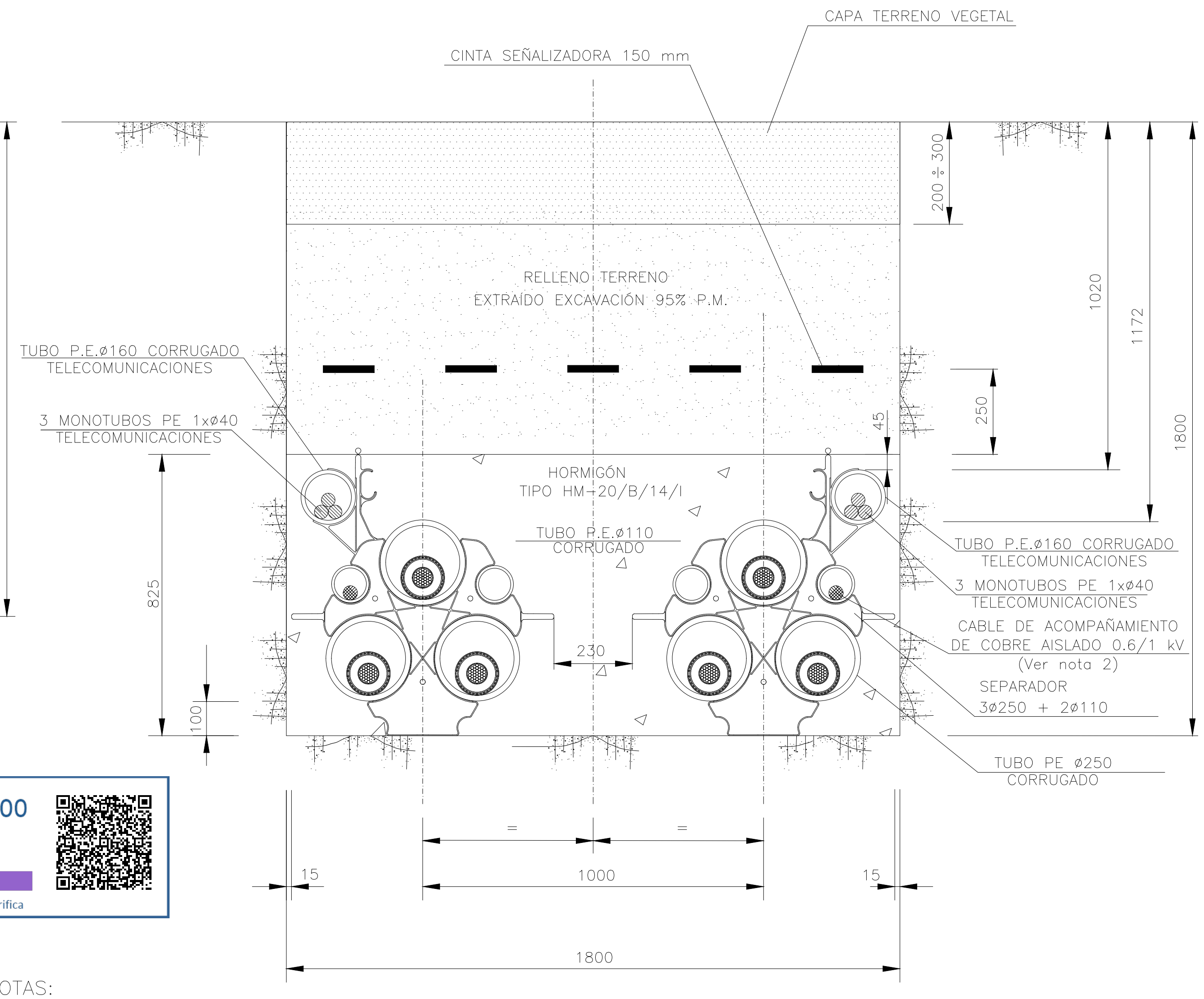
Nº PAT014 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA

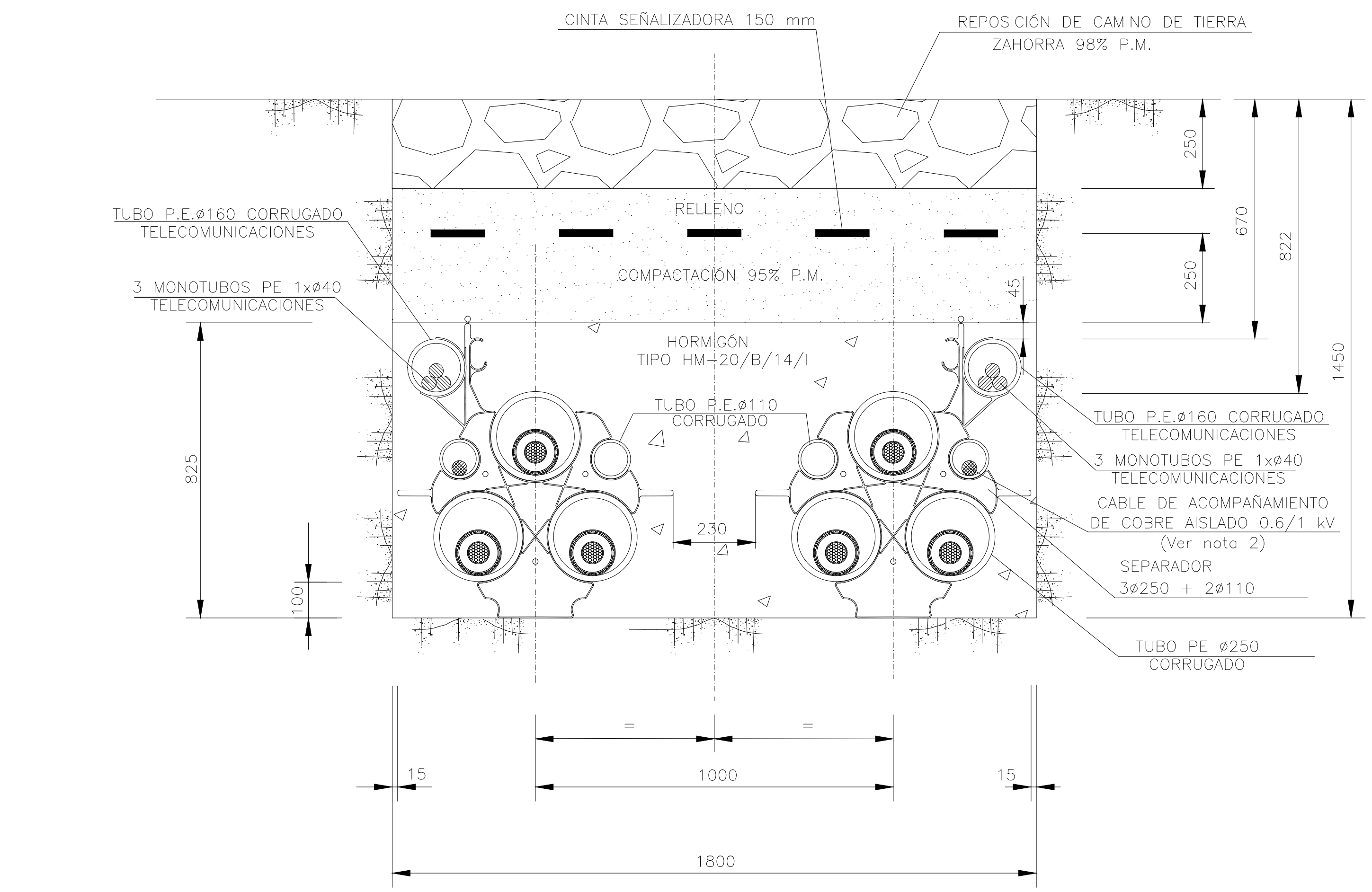


CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



NOTAS:

1. La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demás organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B" ,"C" y "D"
2. En todos los tipos de conexionado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento ø110 mm por encima del tubo de ø250 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
3. Los tubos corrugados PE ø250 mm serán de color exterior rojo según ET140.
4. Los tubos corrugados PE ø110 mm serán de color exterior verde según ET140.
5. El monotubo de telecomunicaciones 1xø40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203
3. Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
4. El separador de los tubos se instalará cada 1 m.
5. En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de ø≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg.
6. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
7. No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de ø≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
Q	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	SE MODIFICAN TUBOS DE TELECOMUNICACIONES
P	jul-22	R.T.R.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
O	nov-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTA SOBRE TRANSPOSICIÓN DE TUBO ø110

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

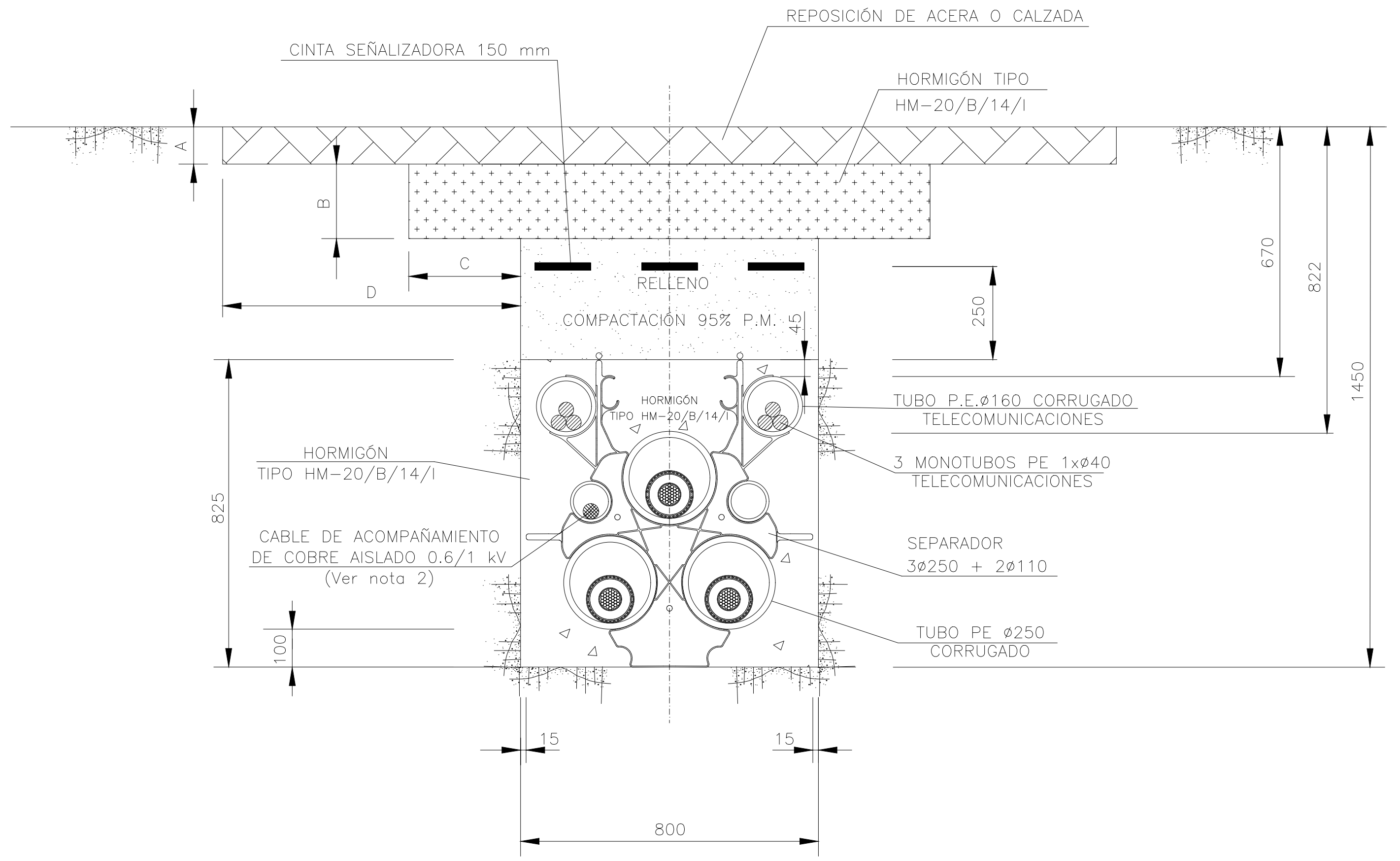
TÍTULO: ZANJA TIPO ENTUBADA 220 kV DOBLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO

COORD.	HUSO
CODIGO	
A3	1:20
Nº LSZ001	HOJA 1 DE 1

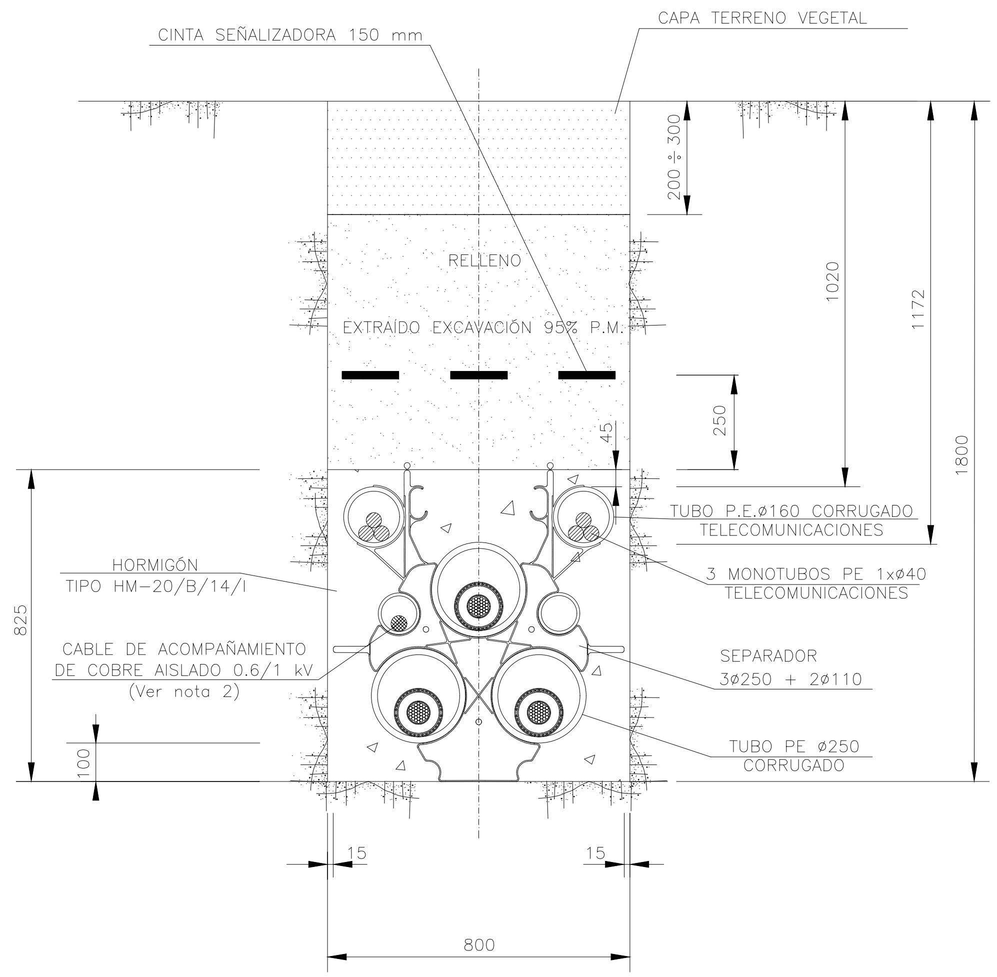
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

\\sficmm03\Estructura IG DE REE\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Zanjas\LSZ001-Q.dwg

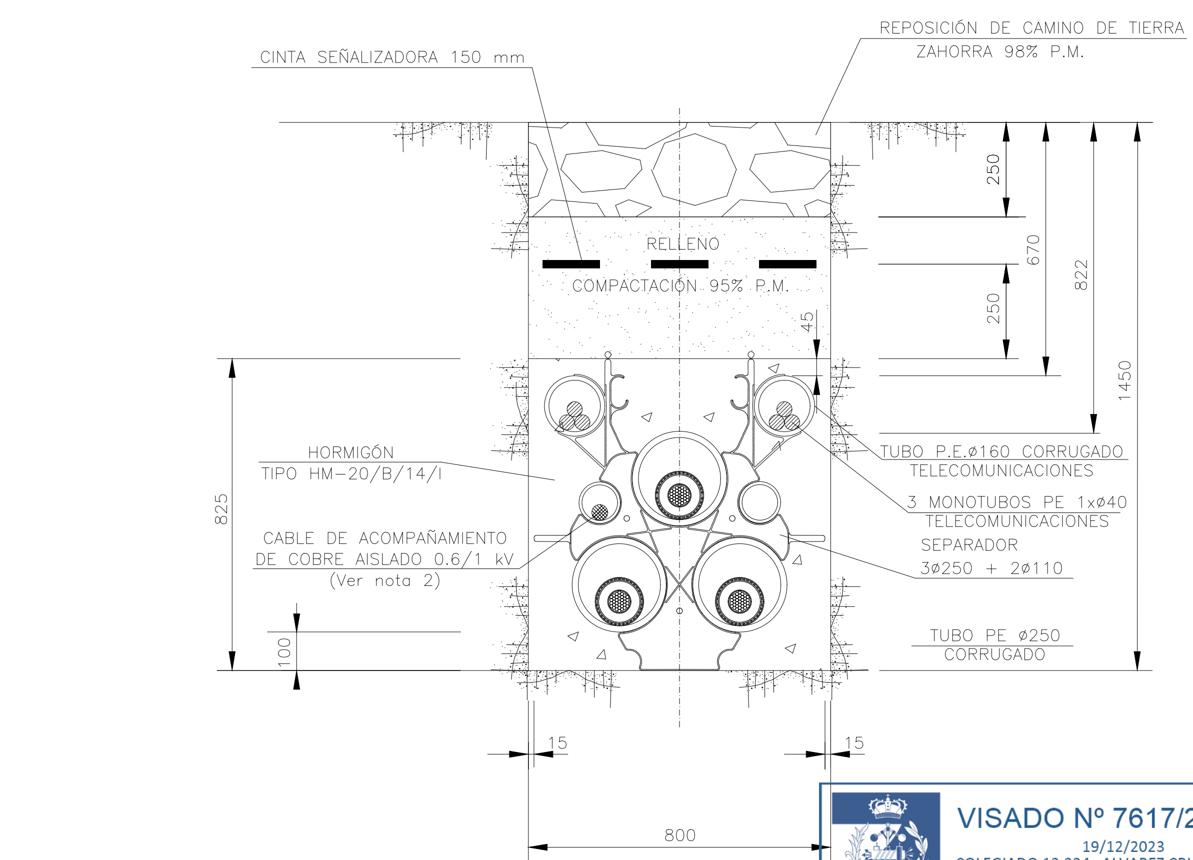
CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



NOTAS:

1. La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demás organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B" ,"C" y "D"
2. En todos los tipos de conexionado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento ø110 mm por encima del tubo de ø250 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
3. Los tubos corrugados PE ø250 mm serán de color exterior rojo según ET140.
4. Los tubos corrugados PE ø110 mm serán de color exterior verde según ET140.
5. El monotubo de telecomunicaciones 1xø40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203
6. Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
7. El separador de los tubos se instalará cada 1 m cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma, que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.
8. En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de ø≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg.
9. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
10. No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de ø≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
Q	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	SE MODIFICAN TUBOS DE TELECOMUNICACIONES
P	jul-22	R.T.R.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
O	nov-17	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTA SOBRE TRANSPOSICIÓN DE TUBO ø110

red eléctrica

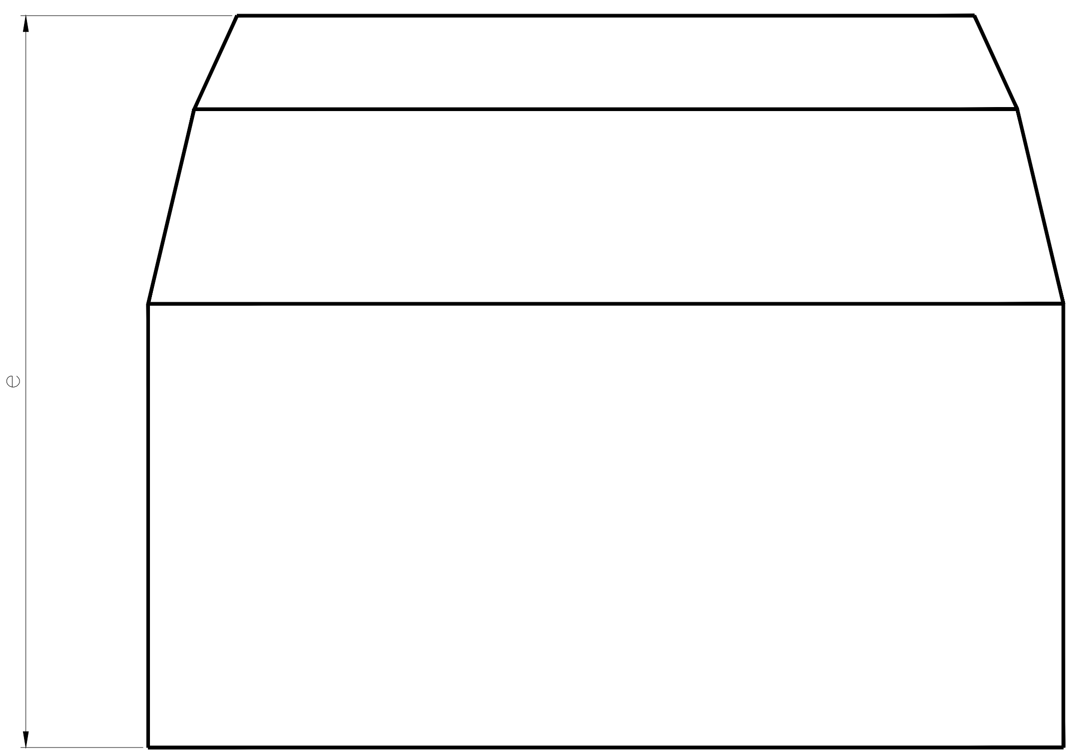
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: ZANJA TIPO ENTUBADA 220 kV SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO

COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | 1:20
Nº LSZ002 | HOJA 1 DE 1

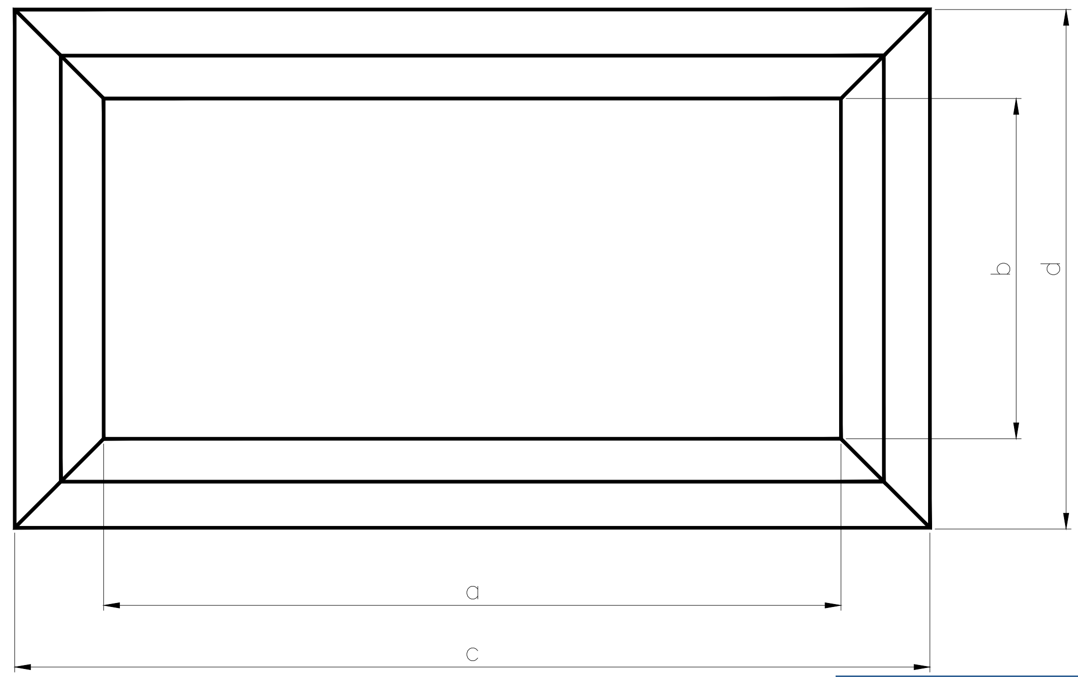
\\sfimm03\Estructura IG DE REE\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Zanjas\LSZ002-Q.dwg

ALZADO



Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1200±50

PLANTA



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS:

1.—Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo—subterraneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según definición del proyectista de la instalación.

2.—Arqueta según ET202.

3.—Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM—20/B/14/I de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.

4.—La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D—400 para calzada o tipo B—125 para acera según caso.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
D	jul—22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
C	ago—16	C.M.S.	G.D.C.	SE MODIFICA NOTAS 2 Y 3

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

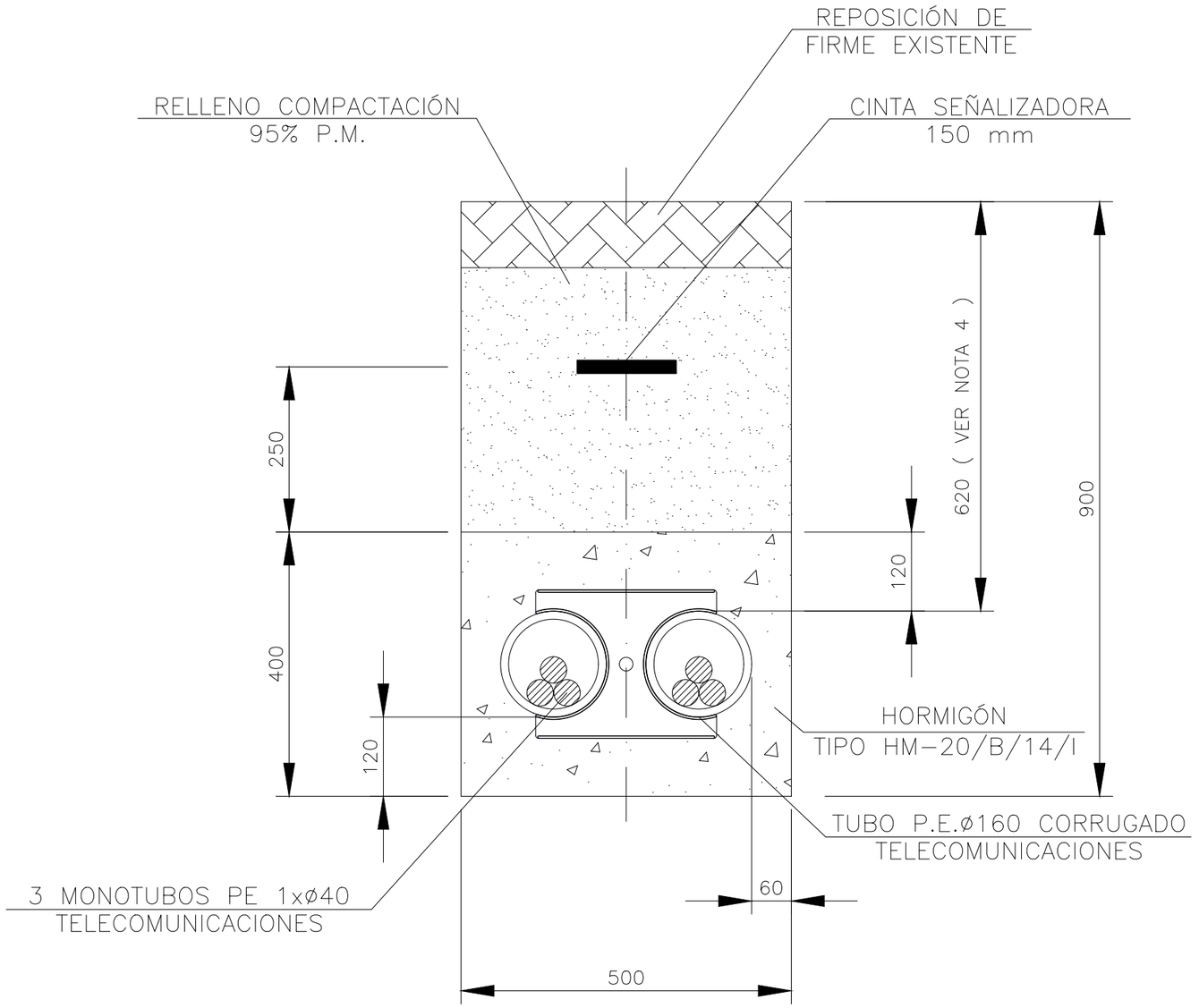
TÍTULO: ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

COORD.	HUSO
CODIGO	
A3	N/A
Nº LST003	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\TELECOMUNICACIONES\LST003-D.dwg

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y, por tanto su contenido no puede ser reproducido, distribuido, comunicado públicamente o utilizado, total o parcialmente, sin el previo consentimiento por escrito de Red Eléctrica de España, S.A.U. Red Eléctrica de España, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



NOTAS:

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El monotubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanquiedad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	oct-22	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

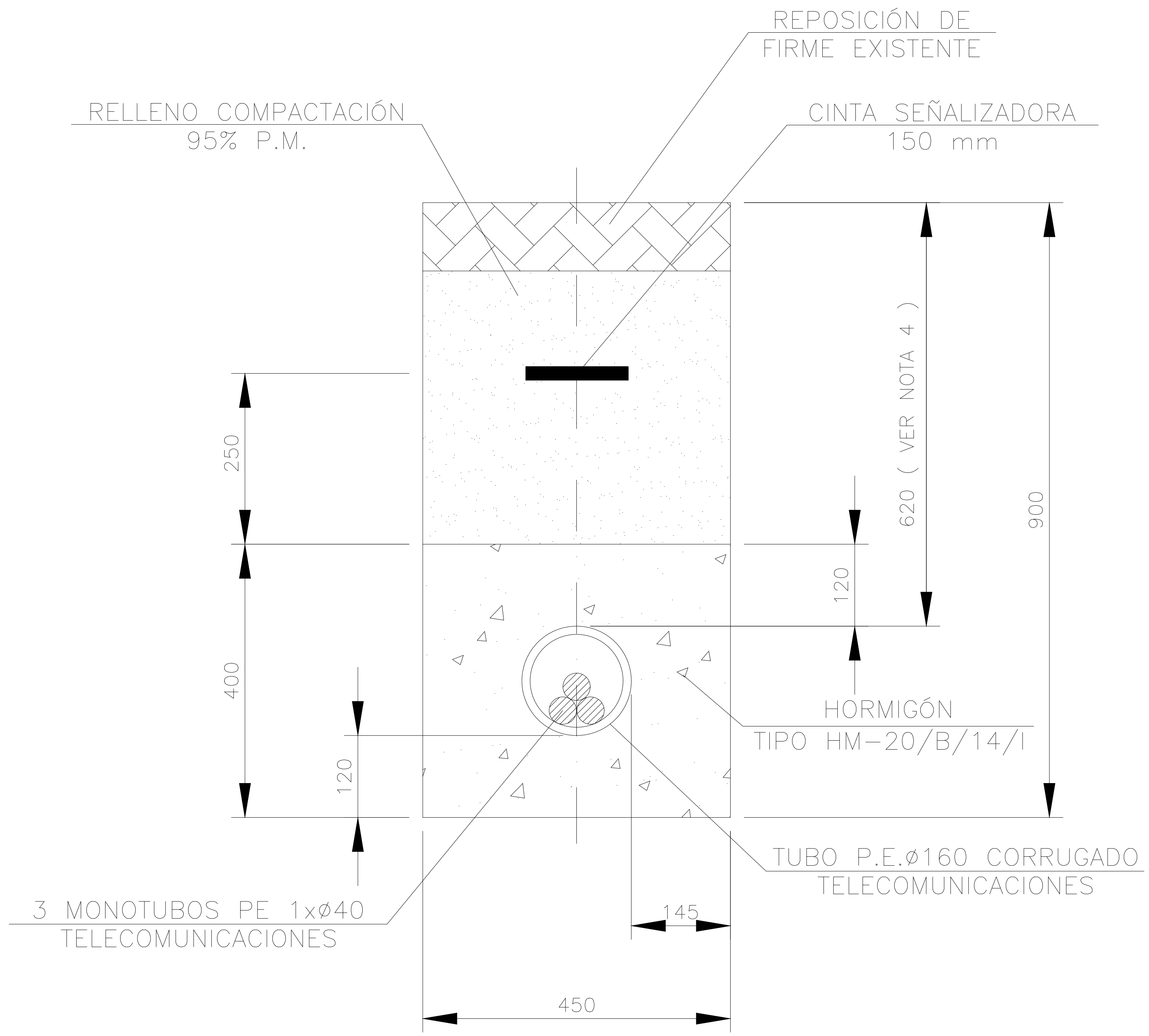
TÍTULO: ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 6 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS

COORD. | HUSO

CODIGO

A3 | S/E

Nº LST008 | HOJA 1 DE 1



NOTAS:

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El monotubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los monotubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los monotubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los monotubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanquiedad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	oct−22	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

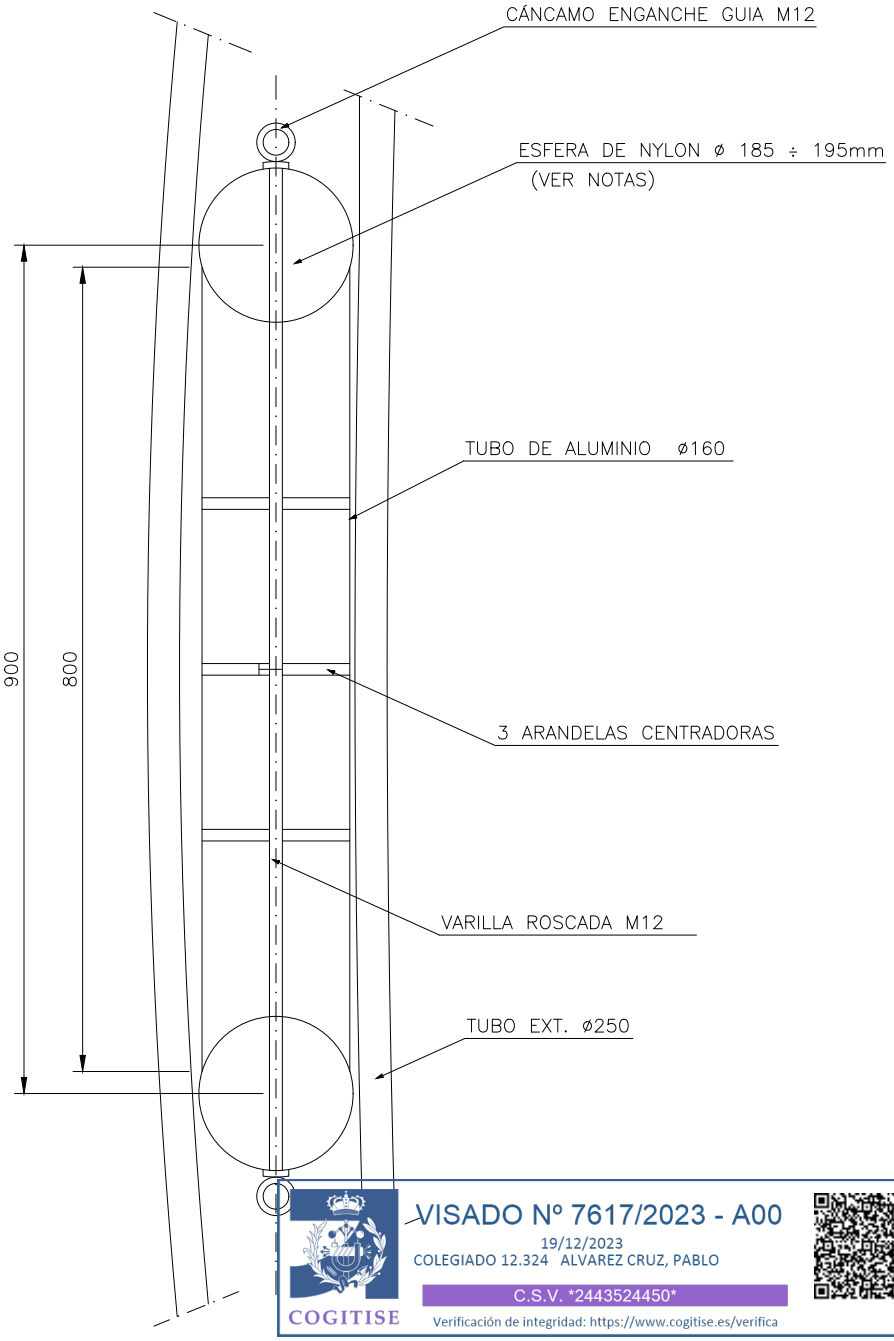
red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON 3 MONOTUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS

COORD.	HUSO
CODIGO	
A3	S/E
Nº LST009	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
D	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: MANDRIL PARA TUBO DE Ø250

COORD. | HUSO

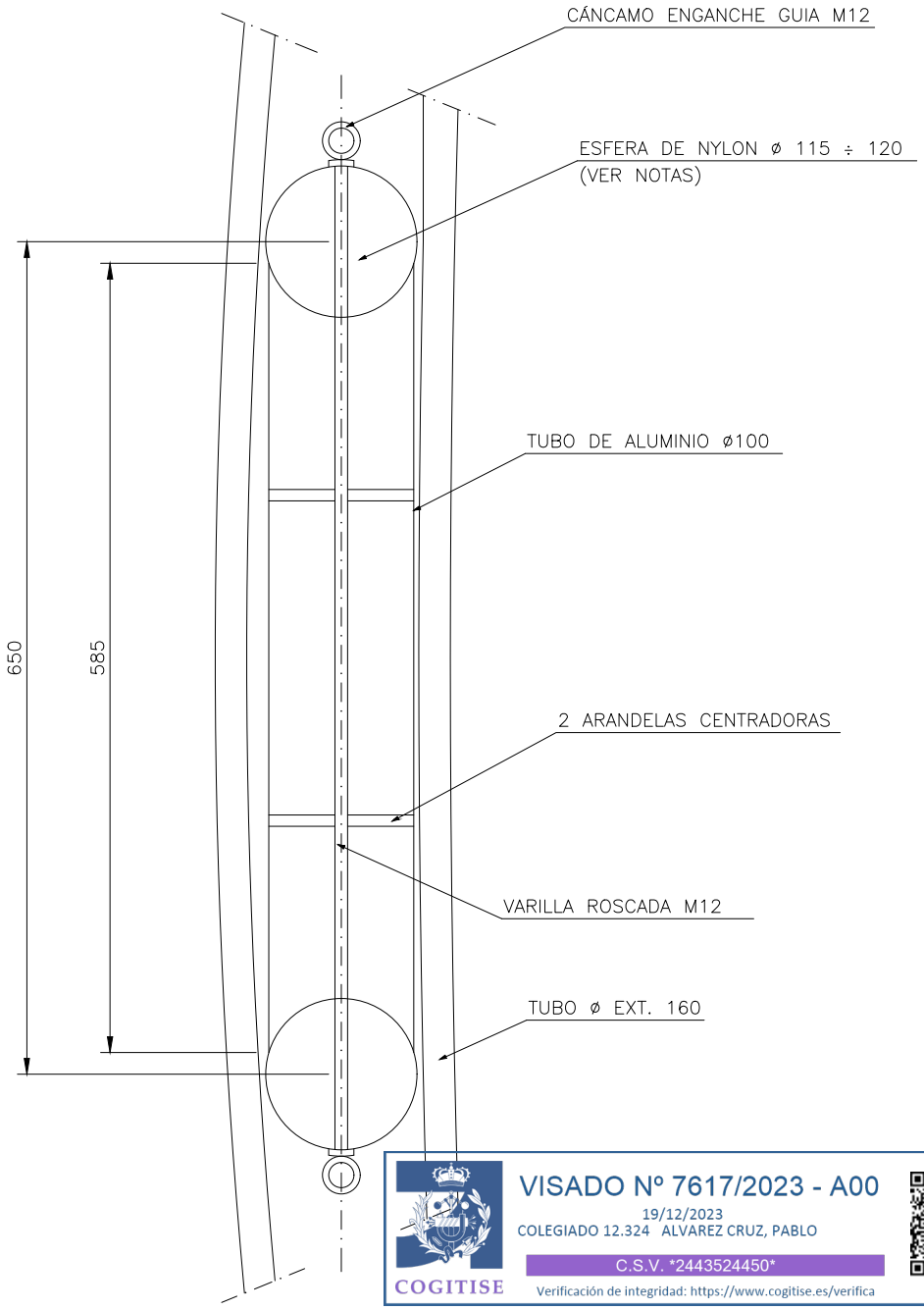
CODIGO

A4V

Nº LSMA001 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\MANDRILES\LSMA001-E.dwg



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	mar-16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: MANDRIL PARA TUBO DE Ø160

COORD. | HUSO

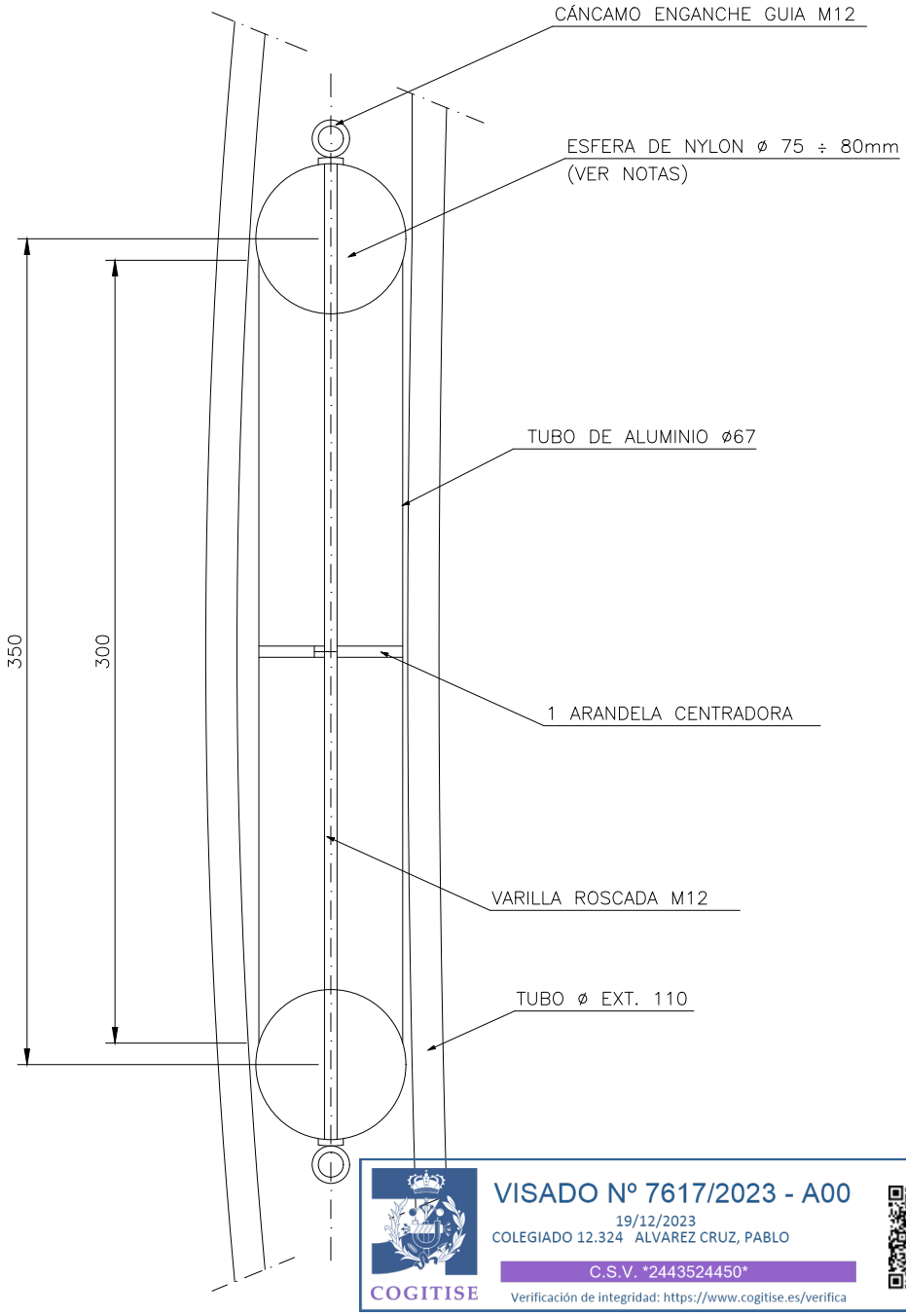
CODIGO

A4V

Nº LSMA003 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ningún responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\MANDRILES\LSMA003-B.dwg



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
E	ago–22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
D	mar–16	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZAN DIMENSIONES

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: MANDRIL PARA TUBO DE Ø110

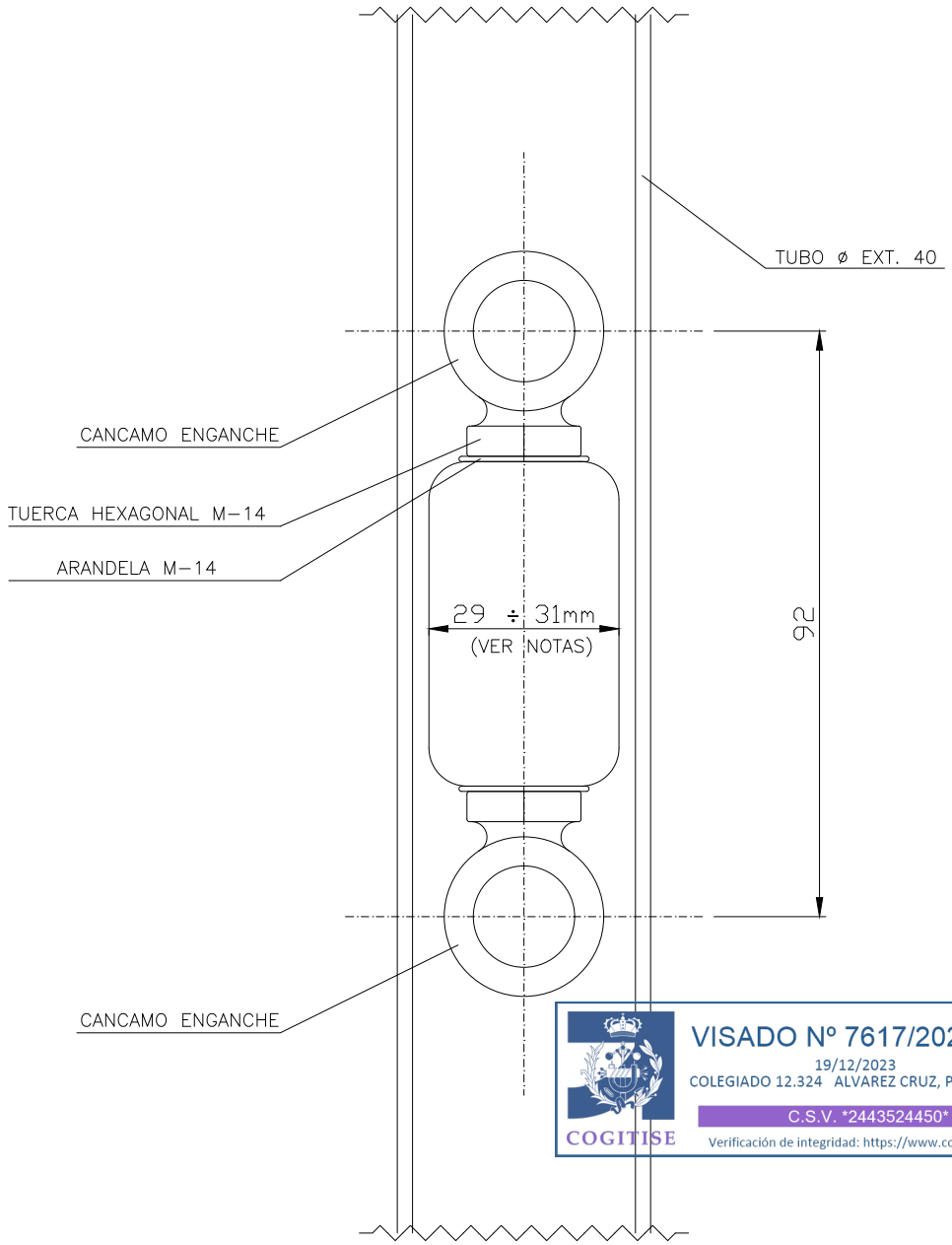
COORD. | HUSO

CODIGO

A4V

Nº LSMA004 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS

1. En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
C	ago−22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
B	ago−16	R.T.R.	G.D.C.	SE CAMBIA TÍTULO DEL PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: MANDRIL PARA TUBO DE Ø40 PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE CABRESTANTE

COORD. | HUSO

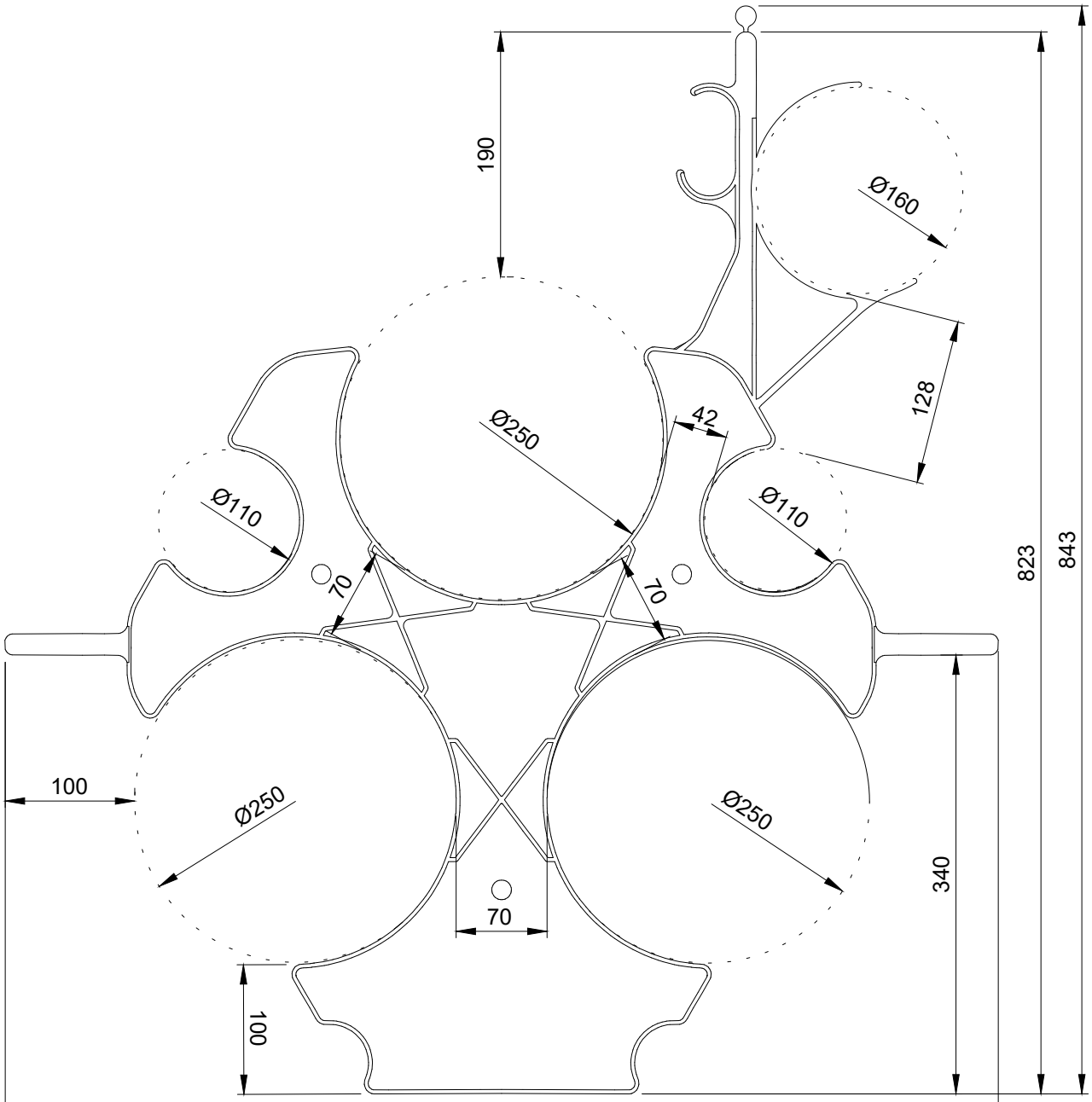
CODIGO

A4V

Nº LSMA005 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\MANDRILES\LSMA005−C.dwg



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	oct–22	R.T.R.	G.D.C.	DOCUMENTO NUEVO

red eléctrica

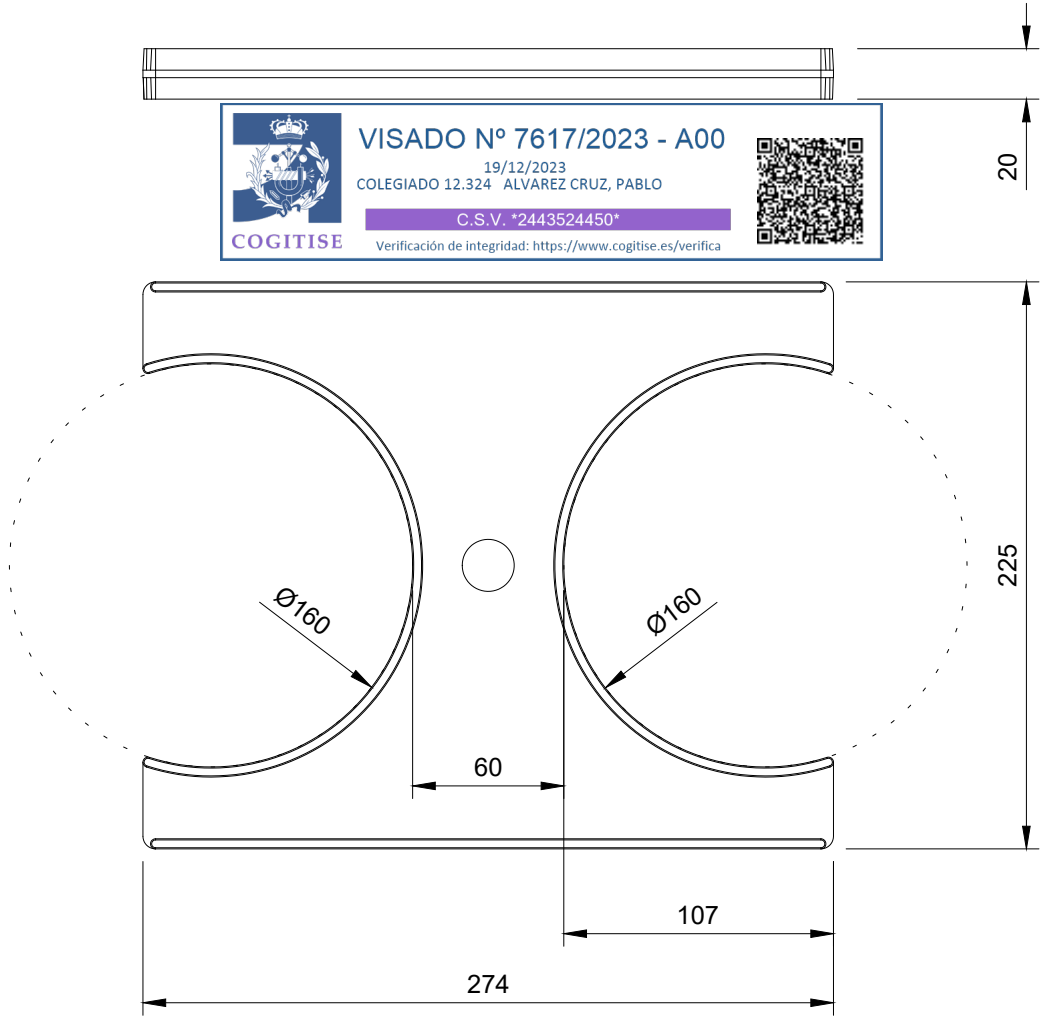
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

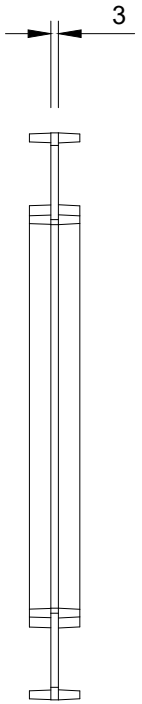
TÍTULO: SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE ø250 Y 2 TUBOS DE ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TUBO ø160

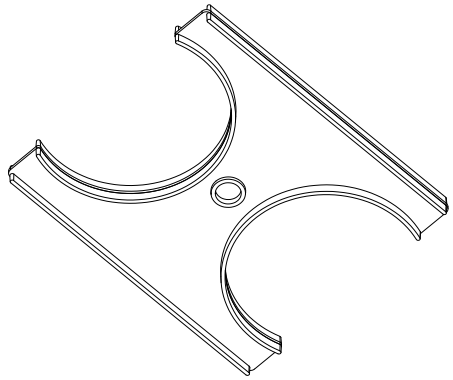
COORD.	HUSO
CODIGO	
A4V	1:50
Nº LSSE010	HOJA 1 DE 1

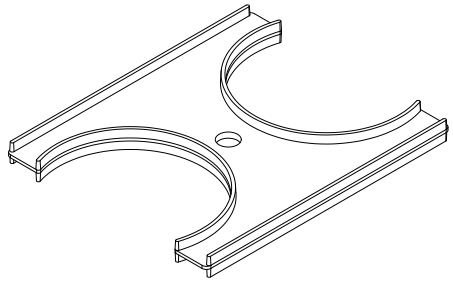
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica









VISTA ISOMÉTRICA

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	oct–22	R.T.R.	G.D.C.	DOCUMENTO NUEVO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

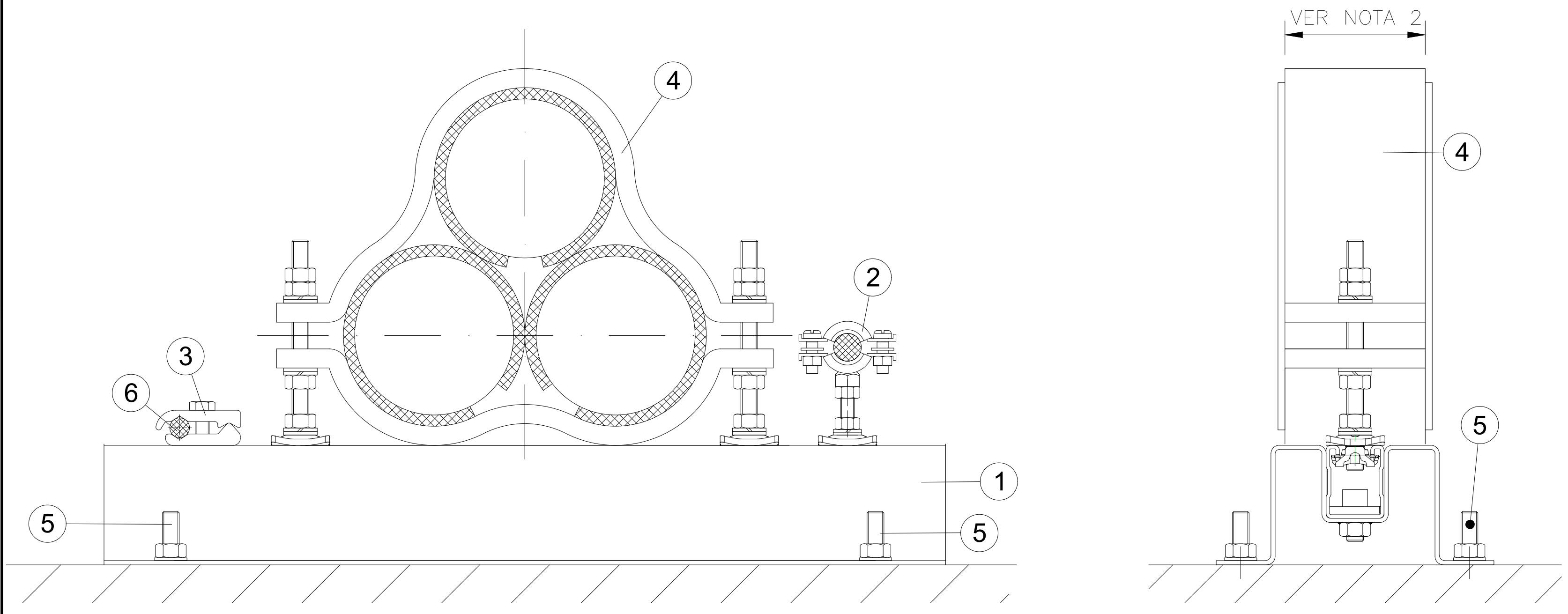
TÍTULO: SEPARADOR DE 2 TUBOS DE ø160

COORD. | HUSO

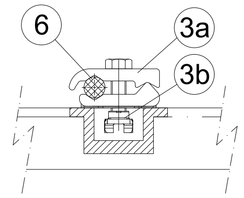
CODIGO

A4 | 1:30

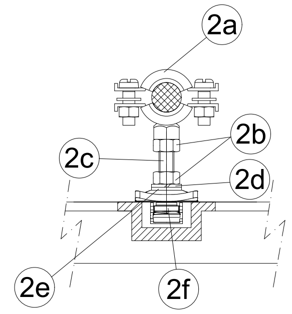
Nº LSSE013 | HOJA 1 DE 1



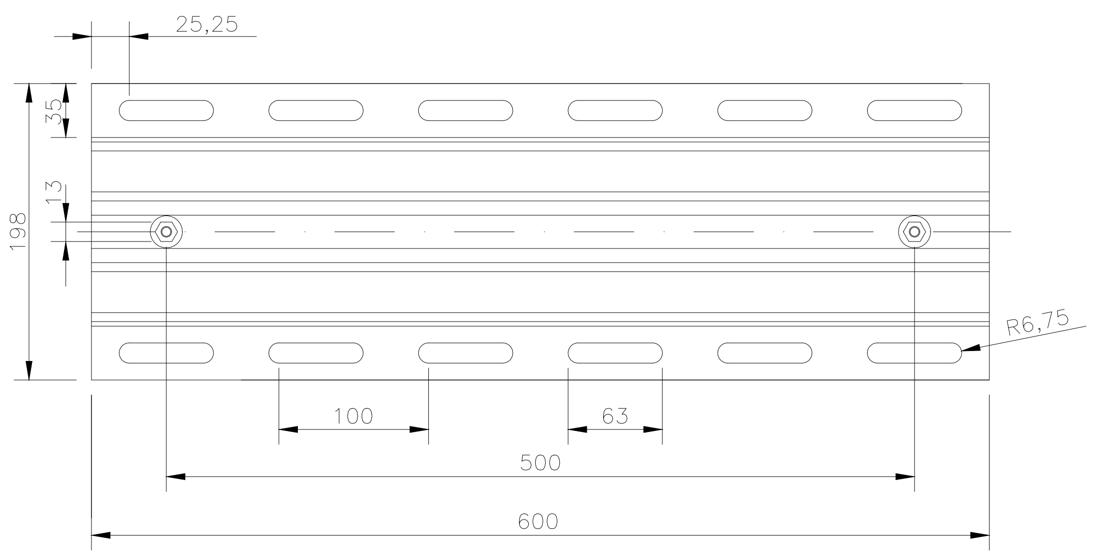
DETALLE MARCA 3 BRIDA CABLE DESNUDO DE COBRE 120 mm² PARA P. a. T. DE SOPORTES

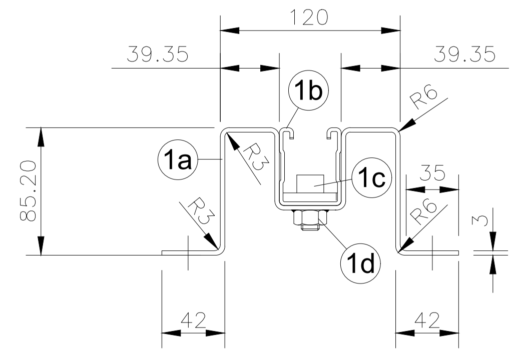


DETALLE MARCA 2 BRIDA CABLE CONEXIÓN SINGLE - POINT (SÍ SE REQUIERE)

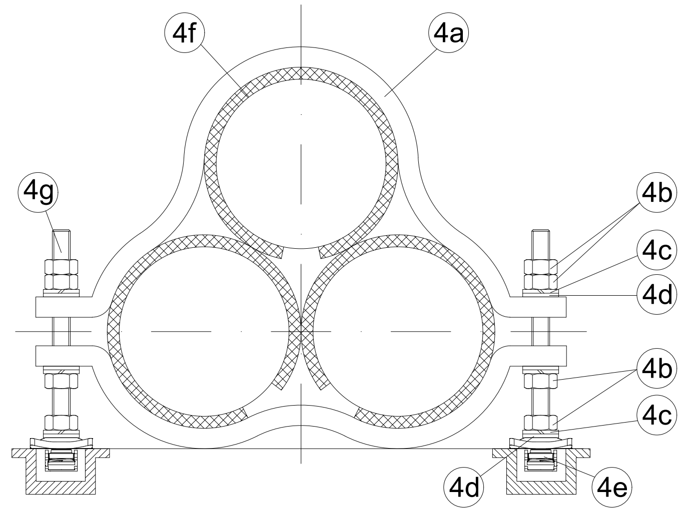


DETALLE SOPORTE MARCA 1





DETALLE MARCA 4 BRIDA TRIPOLAR CABLE AISLADO



MARCA			DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL
6			CABLE COBRE DESNUDO 120 mm² PARA P.a T. SOPORTES	1	---------
5			ANCLAJE HILTI HUS-H 10	4	acero Inox.
4	4g		VARILLA ROSCADA M12	2	acero Inox.
	4f		PROTECTOR DE CABLE	1	neopreno
	4e		TUERCA DE CARRIL HILTI MQA-M12	2	acero Inox.
	4d		ARANDELA PLANA M12	6	acero Inox.
	4c		ARANDELA GROWER M12	6	acero Inox.
	4b		TUERCA M12	8	acero Inox.
	4a		BRIDA	1	aluminio
3	3b		TUERCA DE CARRIL HILTI MQM-M10	1	acero Inox.
	3a		GRAPA PUESTA A TIERRA ARRUTI GT-150/M10 O SIMILAR	1	latón forjado
2	2f		TUERCA DE CARRIL HILTI MQA-M10	1	acero Inox.
	2e		ARANDELA PLANA M10	1	acero Inox.
	2d		ARANDELA GROWER M10	1	acero Inox.
	2c		VARILLA ROSCADA M10X50	1	acero Inox.
	2b		TUERCA M10	2	acero Inox.
	2a	Ø48-54	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/2"	1	S235JR acero DIN EN 10025 galvanizado en caliente 45 µm
		Ø40-45	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1 1/4"		
		Ø32-38	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1"		
		Ø25-30	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 3/4"		
		Ø20-25	ABRAZADERA HILTI MP-MI-F 1/2"		
1	1d		TUERCA SOLDADA M12	2	Acero Inox.
	1c		TORNILLO CONECTOR MSP-MQ-S-F	2	Acero Inox.
	1b		CARRIL HILTI MQ-52	1	Fe Galvanizado
	1a		PERFIL DOBLE OMEGA UNIDO CON DOS TORNILLOS MSP-MQ-S-F AL CARRIL HILTI	1	Fe Galvanizado

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

NOTAS :
1. LOS SOPORTES Y LAS BRIDAS SERÁN SUMINISTRADAS POR EL FABRICANTE DEL CABLE
2. EL DISEÑO DE LA BRIDA SERÁ DIFERENTE EN FUNCIÓN DEL FABRICANTE DEL CABLE. EN LAS LINEAS DE 66 kV EL ANCHO DE LA BRIDA SERÁ 40 mm Y EN LAS LINEAS DE 132 kV Y 220 kV SERÁ ≥100 Y ≤ 120 mm.
3. EL CABLE DE COBRE DESNUDO DE PUESTA A TIERRA SERÁ DE LA MISMA SECCIÓN QUE EL CABLE EMPLEADO EN LA PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN. (NORMALMENTE 120 mm²)
4. GALVANIZADO CON ESPESOR MÍNIMO SEGÚN NORMA UNE-EN 1461
5. COTAS EN mm.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
F	jul-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
E	may-18	A.L.A.	G.D.C.	SE HOMOGENIZAN LAS DIMENSIONES DE SOPORTES PARA TODOS LOS CABLES

red eléctrica

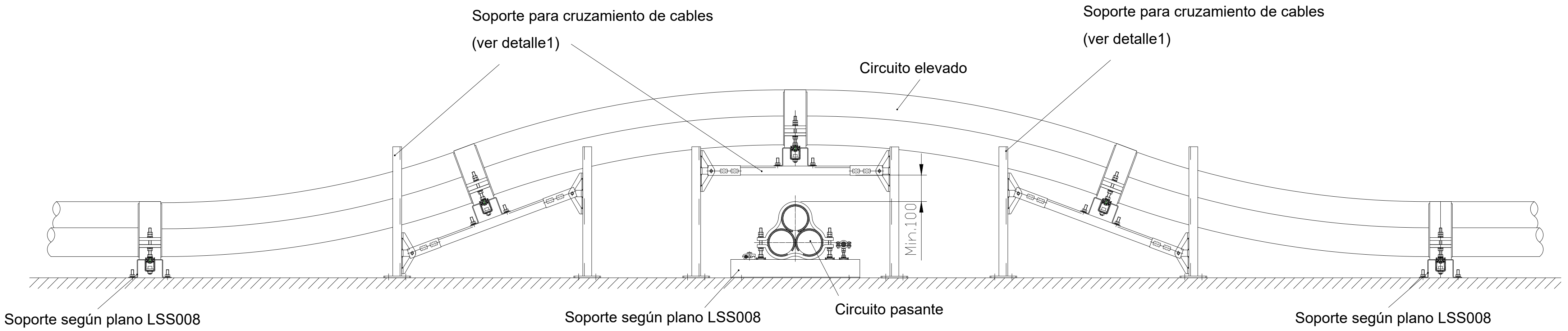
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

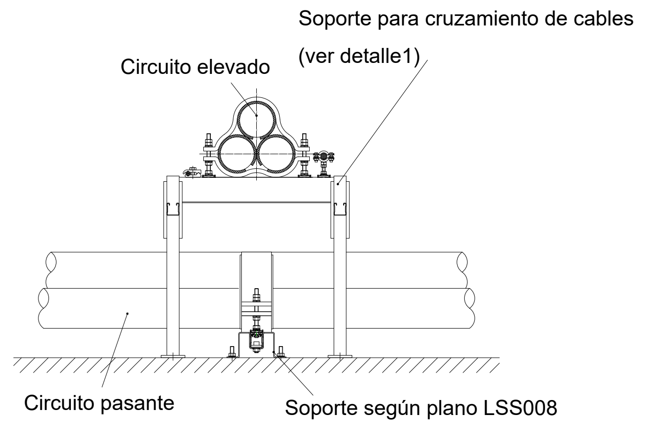
TÍTULO: SOPORTE PARA LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE 66, 132 Y 220 kV EN EL SUELO DE LOS SÓTANOS DE LAS SUBESTACIONES TIPO GIS

COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | N/A
Nº LSS008 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SOPORTES\LSS008-F.dwg





NOTAS:

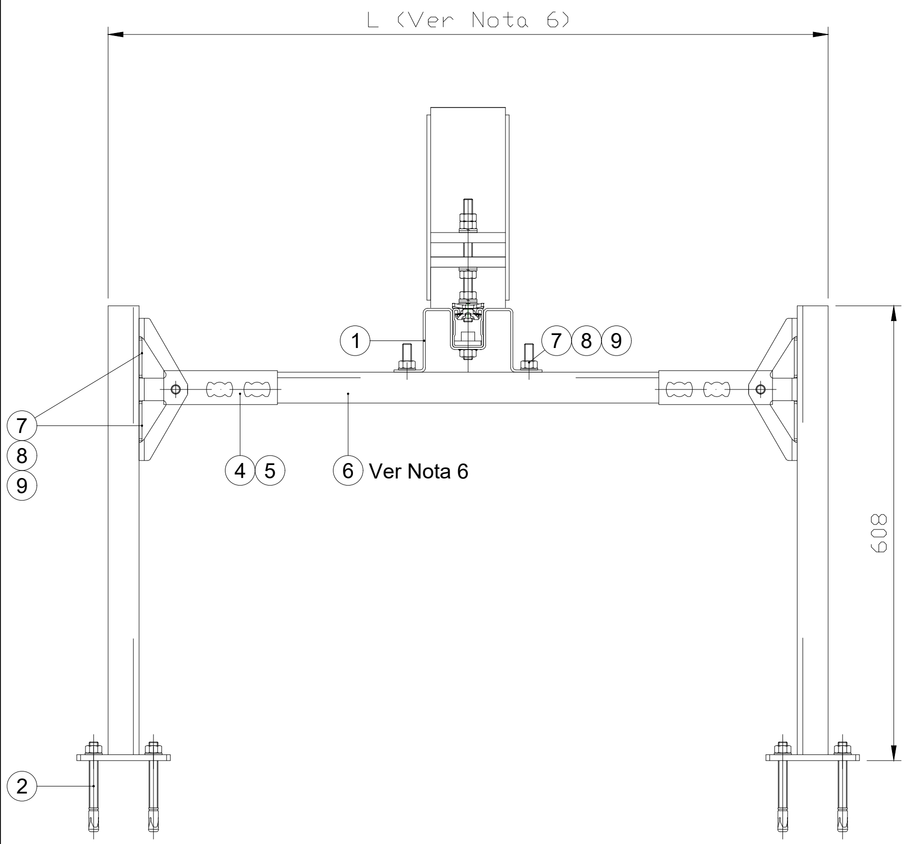
1. Los soportes y las bridas serán suministradas por el fabricante del cable
2. El diseño de la brida será diferente en función del fabricante del cable
3. Conjunto soporte + brida tresbolillo según plano LSS008
4. El cable de cobre desnudo de puesta a tierra será de la misma sección que el cable empleado en la puesta a tierra de la subestación. (normalmente 120 mm^2).
5. Brida para cable de "single-point", si se requiere.
6. La longitud del carril HILTI MQ-52/750 puede ser acortada en obra hasta un mínimo de 500 mm. En función del punto de corte, la longitud L puede ir de un máximo de 965 mm (750 mm de carril) a un mínimo de 715 mm (500 mm de carril).

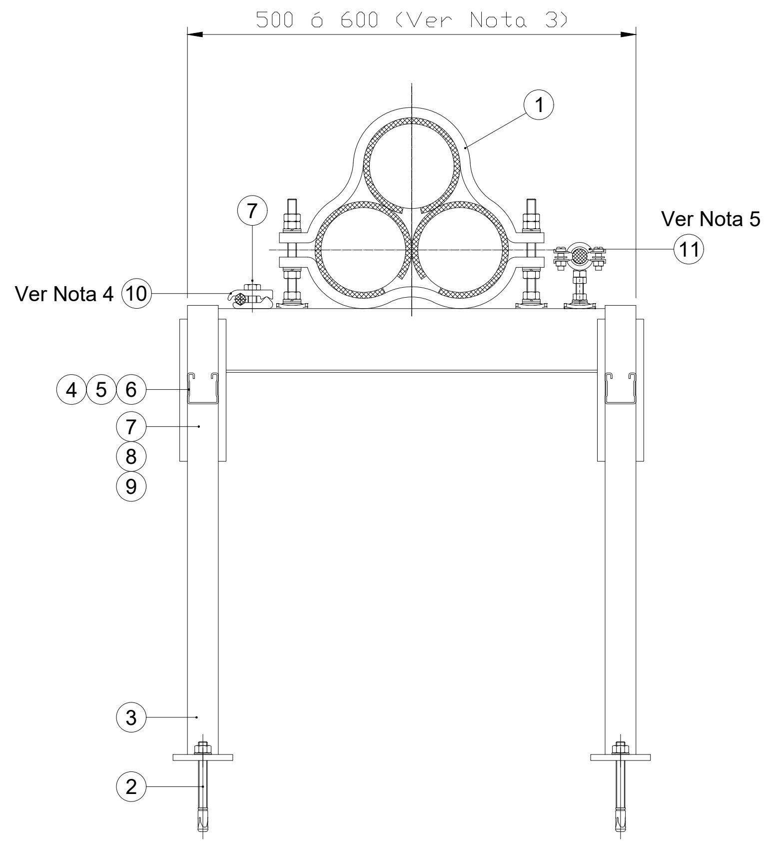
   Las precauciones que deben ser adoptadas para la ejecución del corte son:

   - Alejarse de los cables lo suficiente para protegerlos de la proyección de partículas incandescentes.
   - Recubrir el corte con pintura galvánica.
7. El nº de piezas indicado se corresponde a uno de los tres soportes necesarios para realizar el cruzamiento
8. Galvanizado con espesores mínimo según norma UNE-EN 1461
9. Cotas en mm.

DETALLE 1 SOPORTE PARA CRUZAMIENTO CABLES EN SÓTANO GIS

Escala 1:10





MARCA		DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL
11	Ø48-54	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1 1/2"	1	S235JR acero DIN EN 10025 galvanizado en caliente 45μm
	Ø40-45	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1 1/4"		
	Ø32-38	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1"		
	Ø25-30	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 3/4"		
	Ø20-25	ABRAZADERA HILTI MP-M-F 1/2"		
10		GRAPA PUESTA A TIERRA REF. ARRUTI GT-150/M12 PARA CABLE DESNUDO DE COBRE	1	Latón Forjado
9		ARANDELA PLANA M12	12	Acero Inox.
8		TORNILLO M12x30	13	Acero Inox.
7		TUERCA HILTI MQM-M12	13	Acero Inox.
6		CARRIL HILTI MQ-52/750	2	Fe Galvanizado
5		BASE GIRATORIA HILTI MQP-G	4	Fe Galvanizado
4		TORNILLO-TUERCA HILTI MQN	8	Acero Inox.
3		SOPORTE HILTI MQK-41/600	4	Fe Galvanizado
2		ANCLAJE HILTI HSA-R-M12x120	8	Acero Inox.
1		CONJUNTO SOPORTE-BRIDA TRESBOLILLO (Ver Nota 3)	1	-

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	jul-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
A	oct-13	A.L.A.	G.D.C.	SE MODIFICA BRIDA SINGLE-POINT

red eléctrica

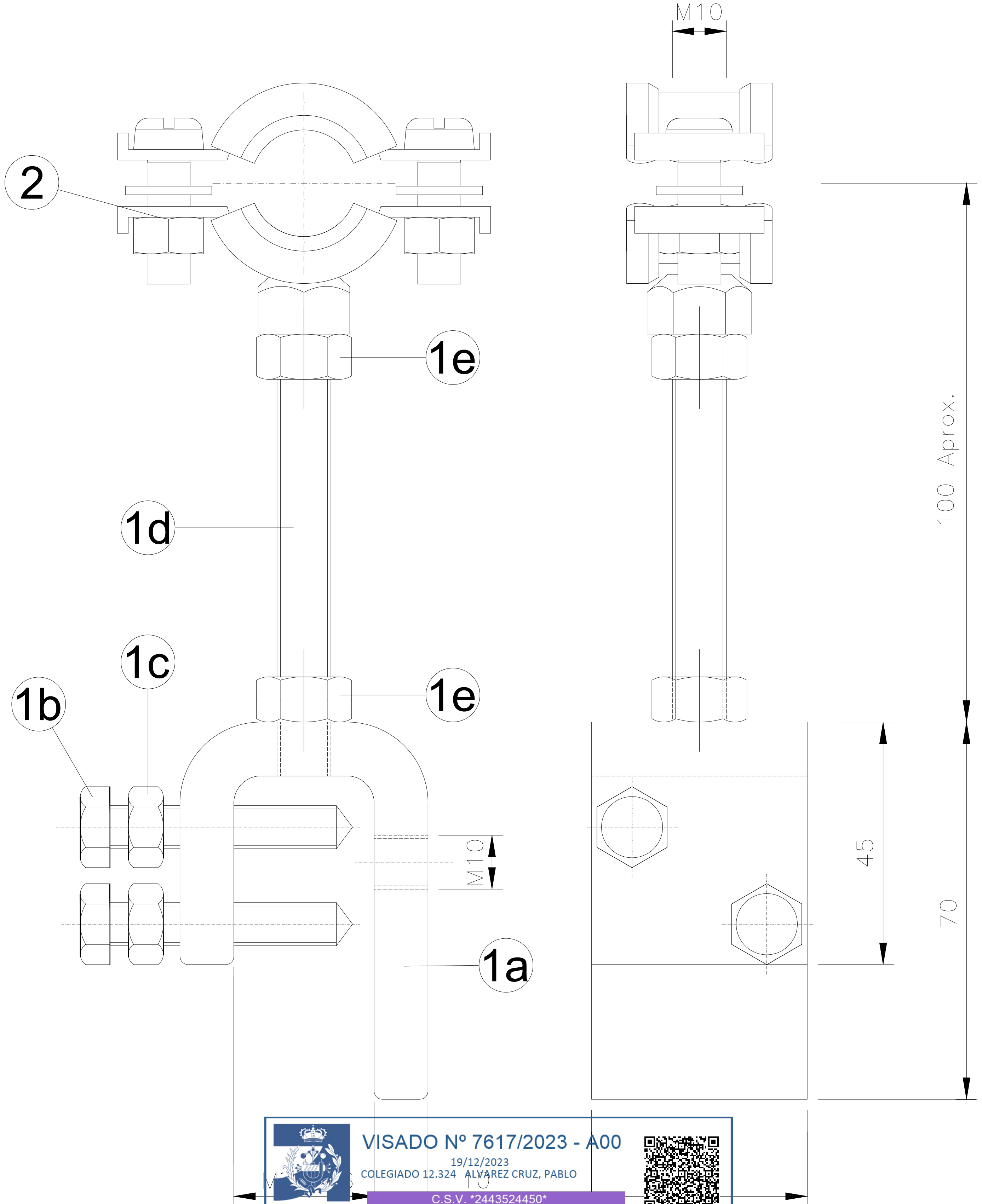
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

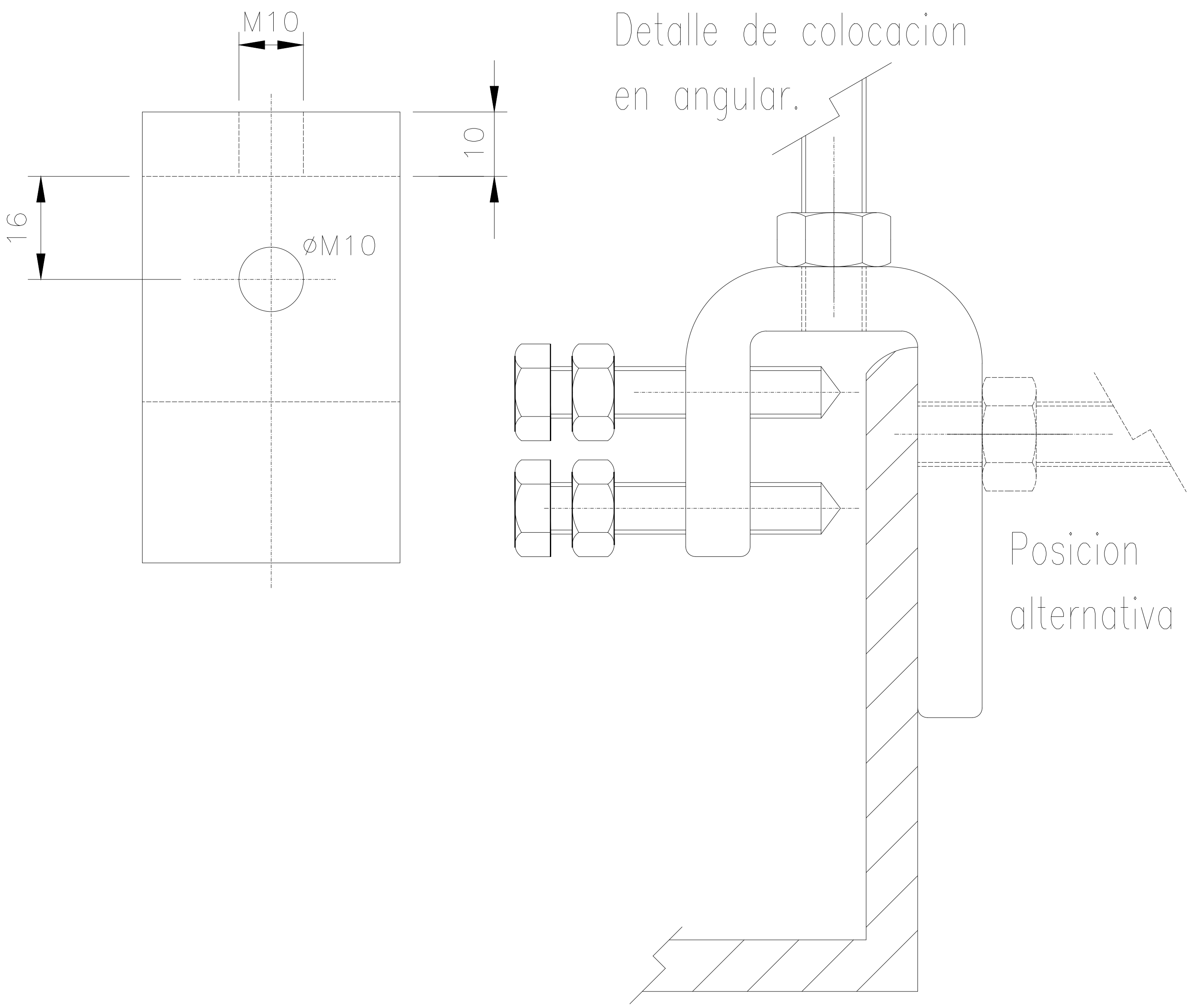
TÍTULO: SOPORTE PARA CRUZAMIENTO DE CABLES EN SÓTANO GIS

COORD.	HUSO
CODIGO	
A3	N/A
Nº LSS009	HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, están prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SOPORTES\LSS009-B.dwg





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1. LA BRIDA - SOPORTE ESTA COMPUESTA POR UN SOPORTE MARCA ① Y POR UNA BRIDA MARCA ② .
2. COTAS EN mm.

POS.		CANT.		DENOMINACIÓN	MATERIAL	NORMA
BRIDA HILTI ó SIMILAR	2		ø48–54	ABRAZADERA HILTI MP–MI–F 1 1/2"	S235JR ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE 45 µm	DIN EN 10025
			ø40–45	ABRAZADERA HILTI MP–MI–F 1 1/4"		
			ø32–38	ABRAZADERA HILTI MP–MI–F 1"		
			ø25–30	ABRAZADERA HILTI MP–MI–F 3/4"		
			ø20–25	ABRAZADERA HILTI MP–MI–F 1/2"		
SOPORTE REF. SAPREM CSFO/M10X90 ó SIMILAR	1e	1		TUERCA M–10	ACERO GALVANIZADO	DIN–934
	1d	1		VARILLA ROSCADA M–10 X 90	ACERO GALVANIZADO	DIN–975
	1c	2		TUERCA M–8	ACERO INOX AIS–304	UNE–36016
	1b	2		TORNILLO M–8 X 45	ACERO INOX AIS–304	UNE–36016
	1a	1		CUERPO DE SOPORTE CSFO–60/40/10	ACERO GALVANIZADO	UNE–36011

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	jul–22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	jun–13	A.L.A.	G.D.C.	

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: BRIDA–SOPORTE PARA CABLE DE PUESTA A TIERRA EN APOYO PAS Y SOPORTE METALÍCO

COORD. | HUSO

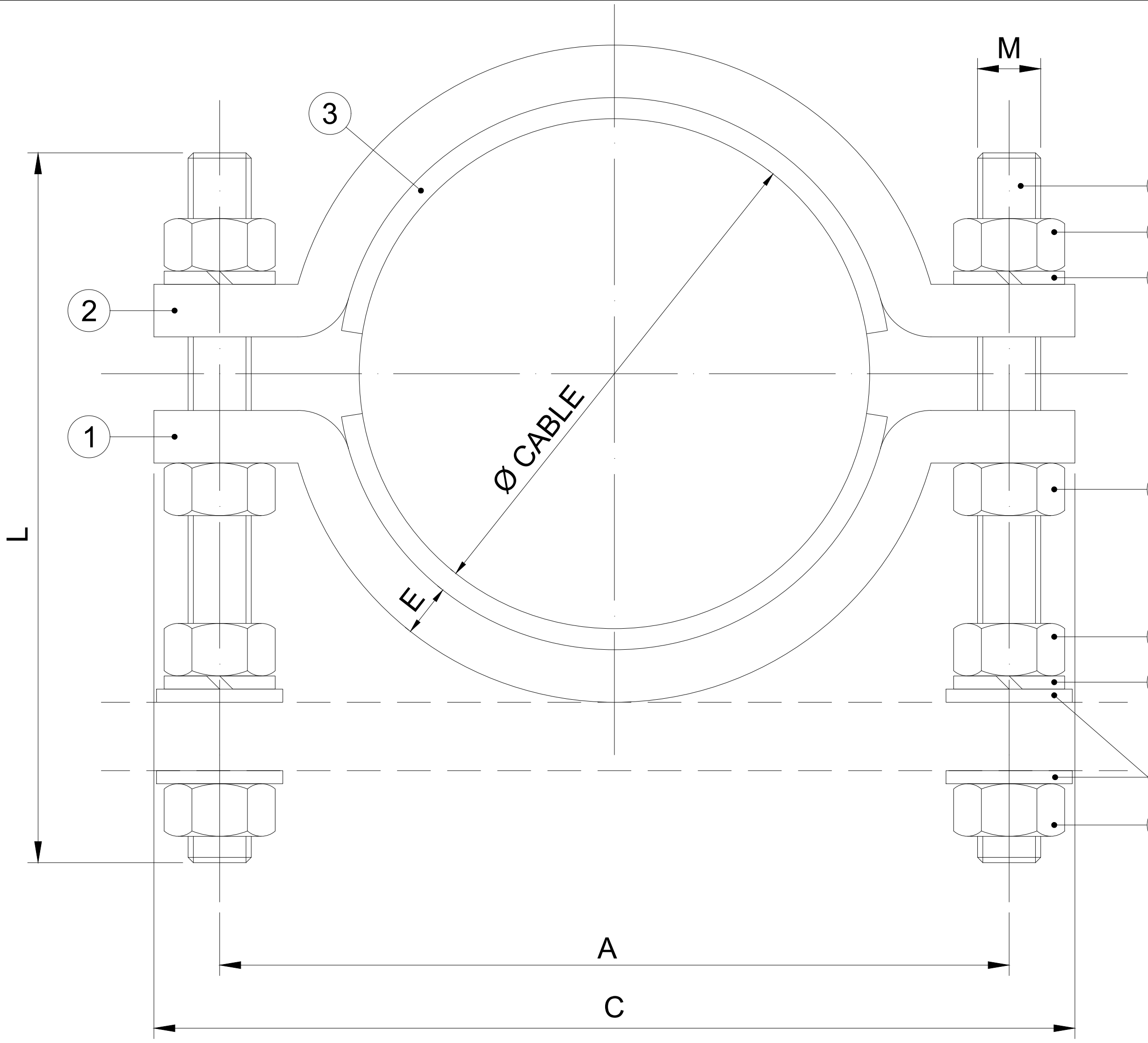
CODIGO

A3 | N/A

Nº LSS011 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SOPORTES\LSS011–A.dwg



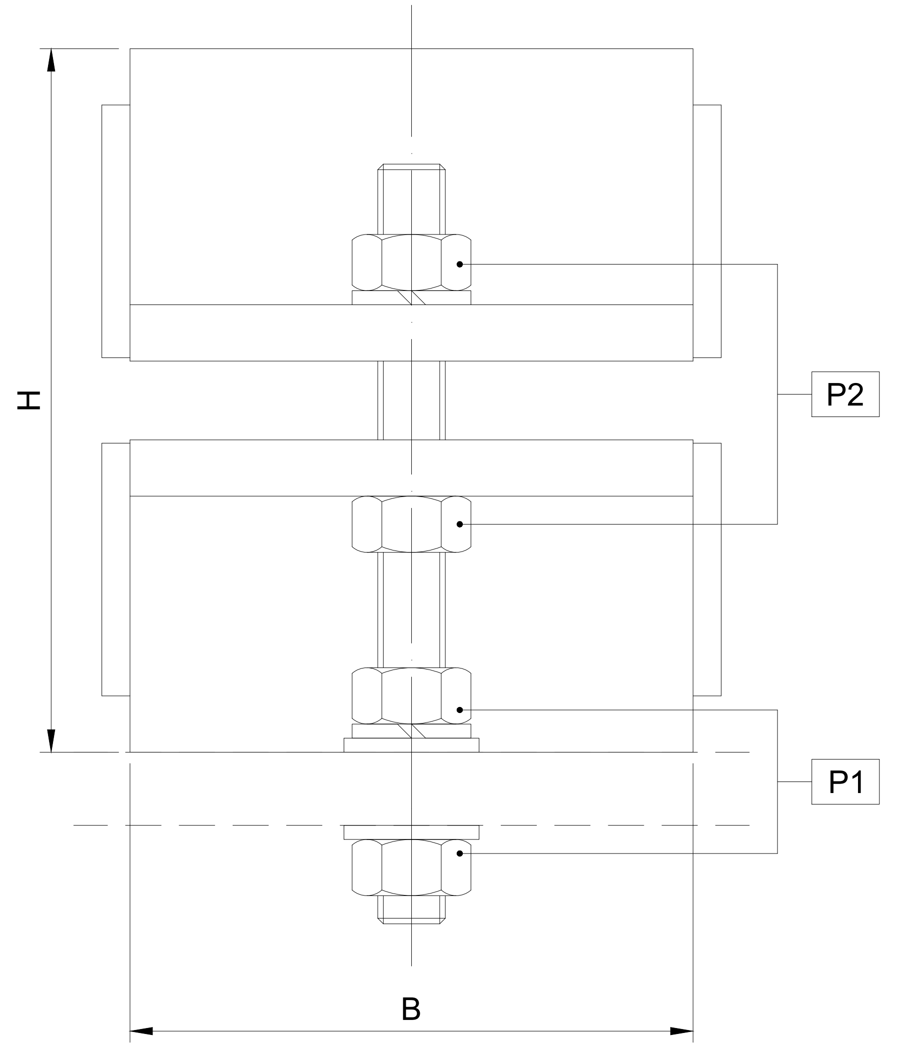
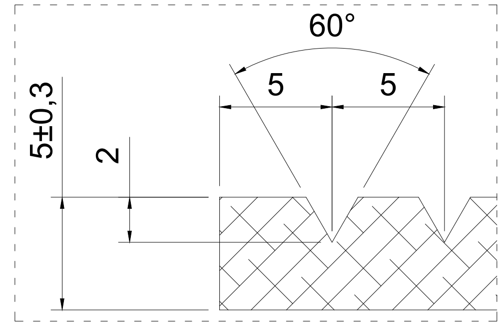


TABLA 3

PAR DE APRIETE (N·m)	
MARCA	ROSCA
	M12
P1	45
P2	35

DETALLE C



PERFIL DE GOMA NEOPRENO

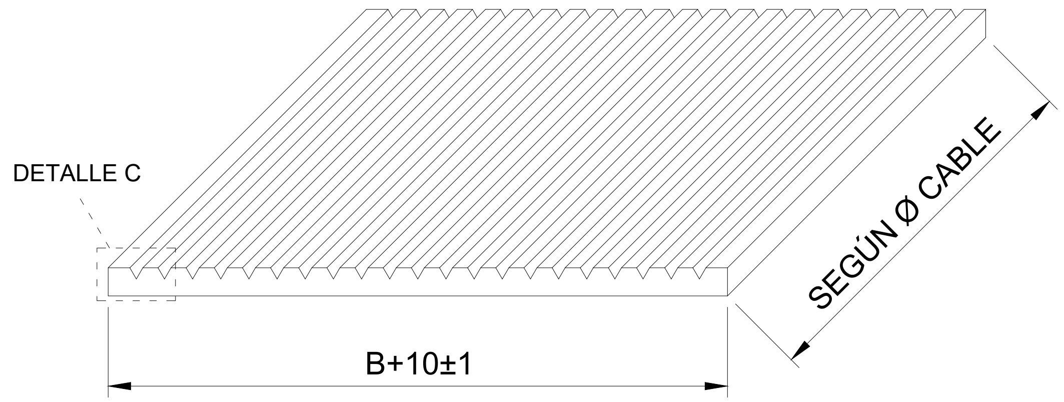


TABLA 2

REQUISITOS REE BRIDAS METÁLICAS UNIPOLARES										
NIVEL TENSIÓN (kV)	TIPO CABLE	DISTANCIA TALADROS A (mm)			ANCHO B (mm)	LARGO MÁX. C (mm)	ALTO MÁX. H (mm)	ESPESOR MIN. E (mm)	MÉTRICA ESPÁRRAGO
		Rango	Min	Max					
66	1000Al	1	120	160	40	180	150	10	M12
	1200Al								
132	1200Al				100	210	175	10	M12
	1600Al								
220	630Al	2	140	180	100	222	175	10	M12
	1200Al								
	2000Al								
	2000Cu								
	2500Cu								

NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

TABLA 1

MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA	MATERIAL
7	ARANDELA PLANA M12	4	DIN 125	Acero inox.
6	ARANDELA GROWER M12	4	DIN 127	Acero inox.
5	TUERCA M12	8	DIN 934	Acero inox.
4	ESPÁRRAGO M12xL (según Ø cable)	2	DIN 976	Acero inox.
3	PERFIL GOMA NEOPRENO	2	-	Neopreno
2	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
1	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	jul-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	may-19	N.A.C.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

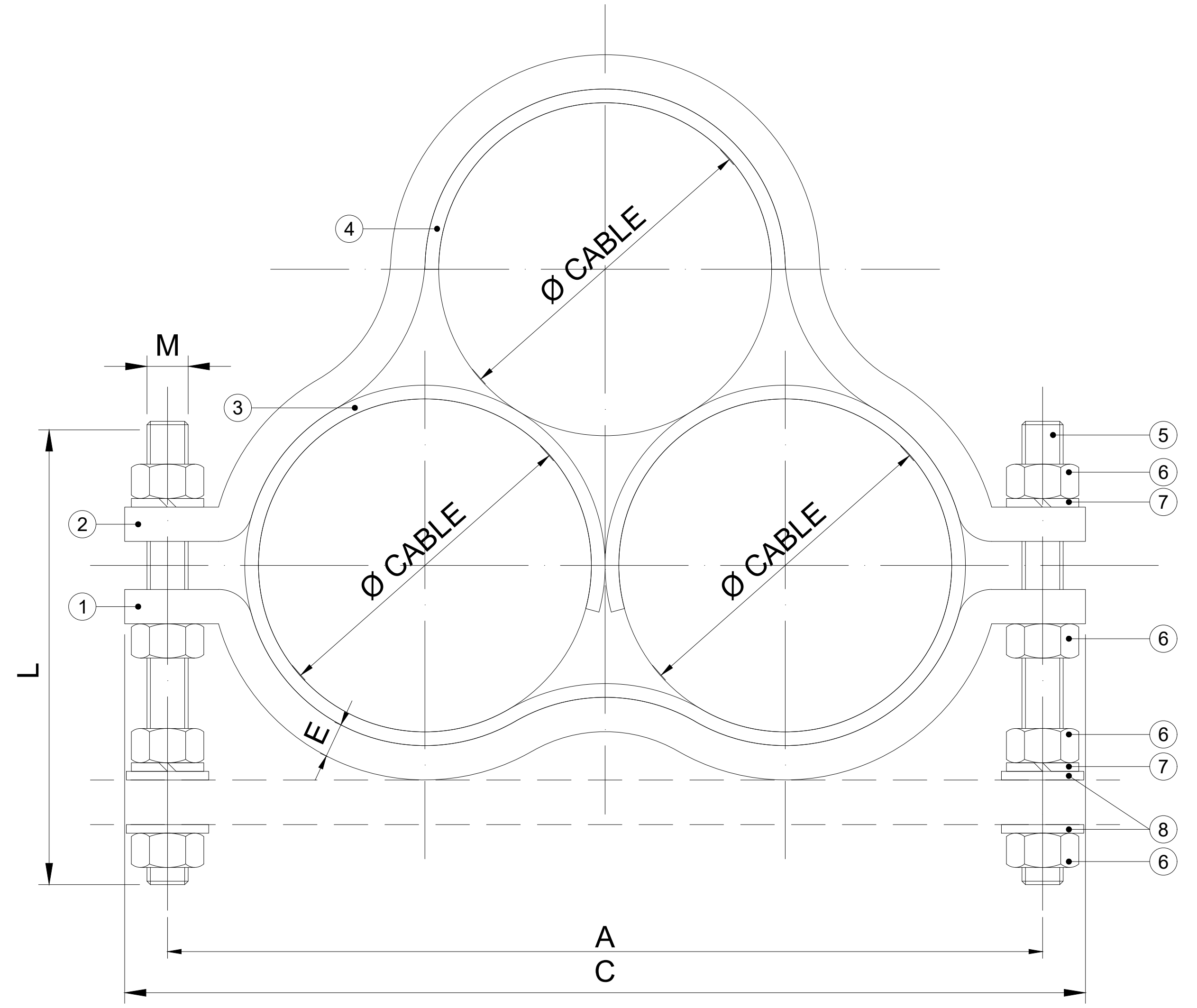
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: BRIDA METÁLICA UNIPOLAR

COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | N/A
Nº LSS015 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SOPORTES\LSS015-A.dwg



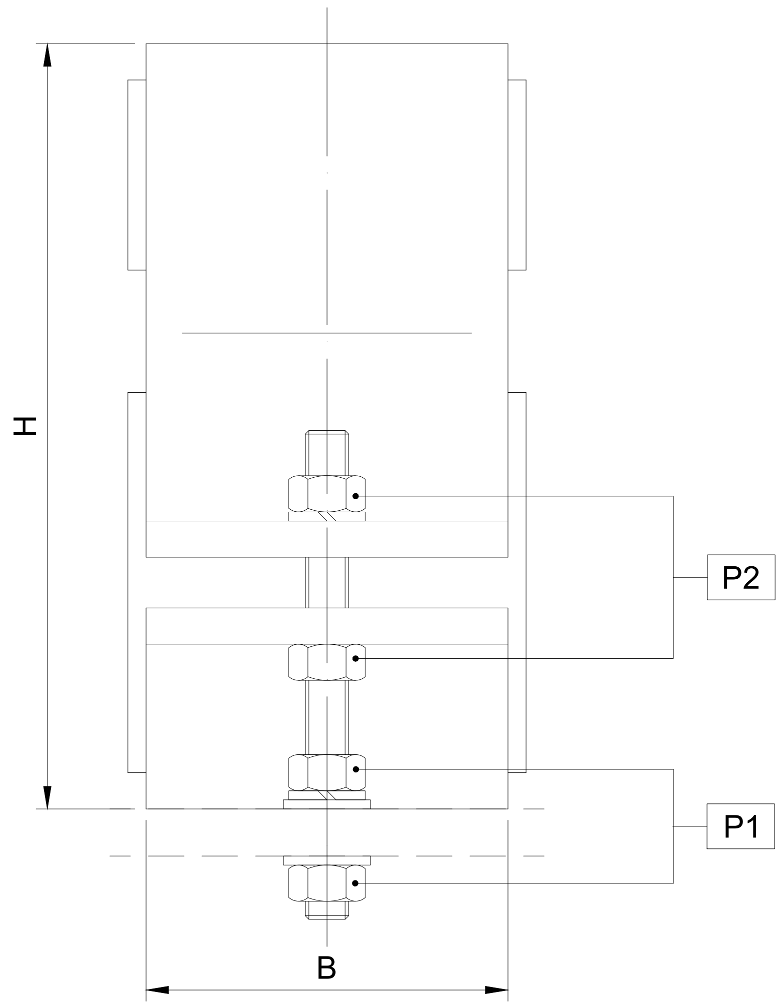
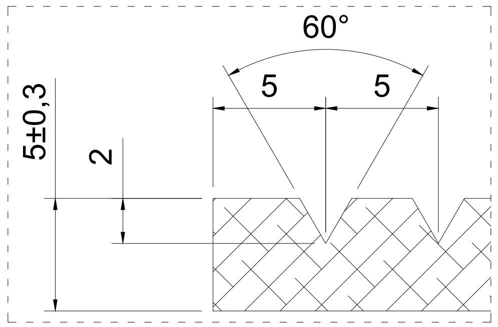


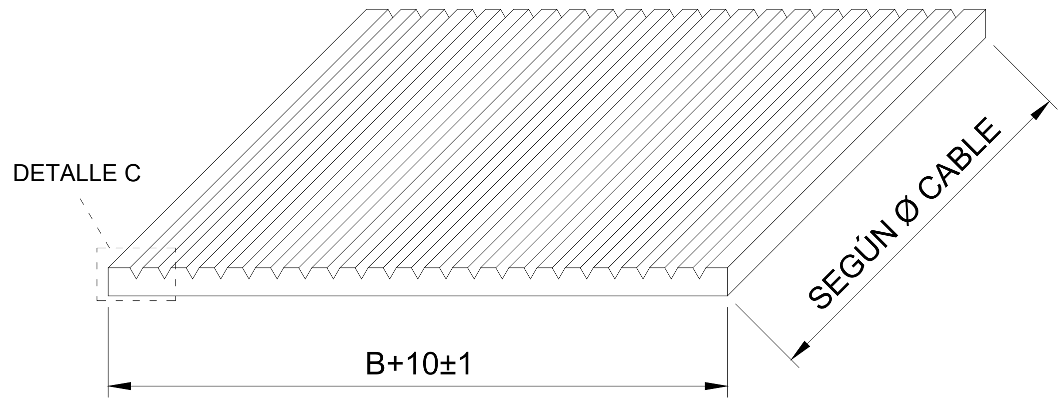
TABLA 3

PAR DE APRIETE (N·m)	
MARCA	ROSCA
	M12
P1	45
P2	35

DETALLE C



PERFIL DE GOMA NEOPRENO



REQUISITOS REE BRIDAS METÁLICAS TRIPOLARES

NIVEL TENSIÓN (kV)	TIPO CABLE	DISTANCIA TALADROS A (mm)			ANCHO B (mm)	LARGO MÁX. C (mm)	ALTO MÁX. H (mm)	ESPESOR MIN. E (mm)	MÉTRICA ESPÁRRAGO
		Rango	Min	Max					
66	1000Al	1	205	275	40	300	200	10	M12
	1200Al								
132	1200Al				100	300	250	10	M12
	1600Al								
220	630Al	2	250	320	100	375	300	10	M12
	1200Al								
	2000Al								
	2000Cu								
	2500Cu								

TABLA 1

MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA	MATERIAL
8	ARANDELA PLANA M12	4	DIN 125	Acero inox.
7	ARANDELA GROWER M12	4	DIN 127	Acero inox.
6	TUERCA M12	8	DIN 934	Acero inox.
5	ESPÁRRAGO M12xL (según Ø cable)	2	DIN 976	Acero inox.
4	PERFIL GOMA NEOPRENO SUP	1	-	Neopreno
3	PERFIL GOMA NEOPRENO INF	1	-	Neopreno
2	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A
1	MEDIA BRIDA	1	-	Al 6005-A

NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	jul-22	I.G.C.	G.D.C	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	may-19	N.A.C.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: BRIDA METÁLICA TRIPOLAR

COORD. | HUSO | CODIGO

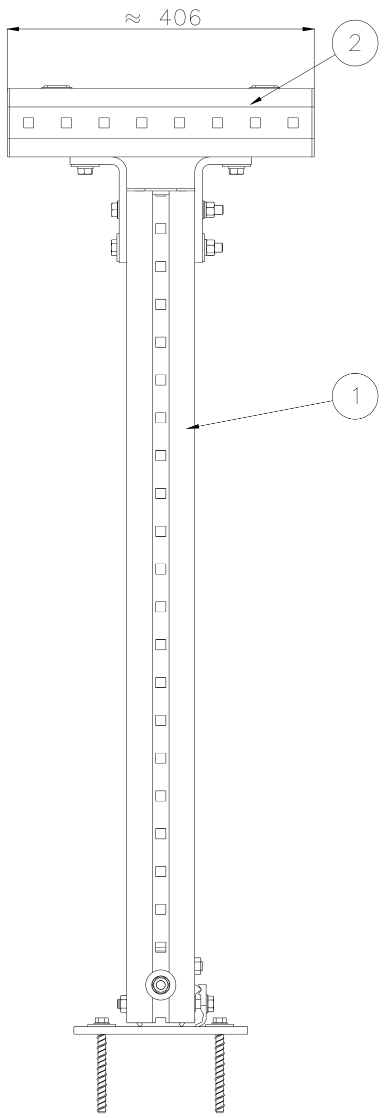
A3 | N/A

Nº LSS016 | HOJA 1 DE 1

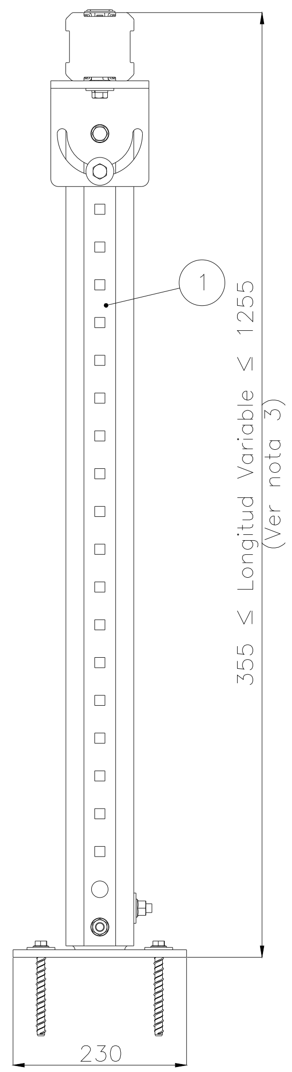
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SOPORTES\LSS016-A.dwg

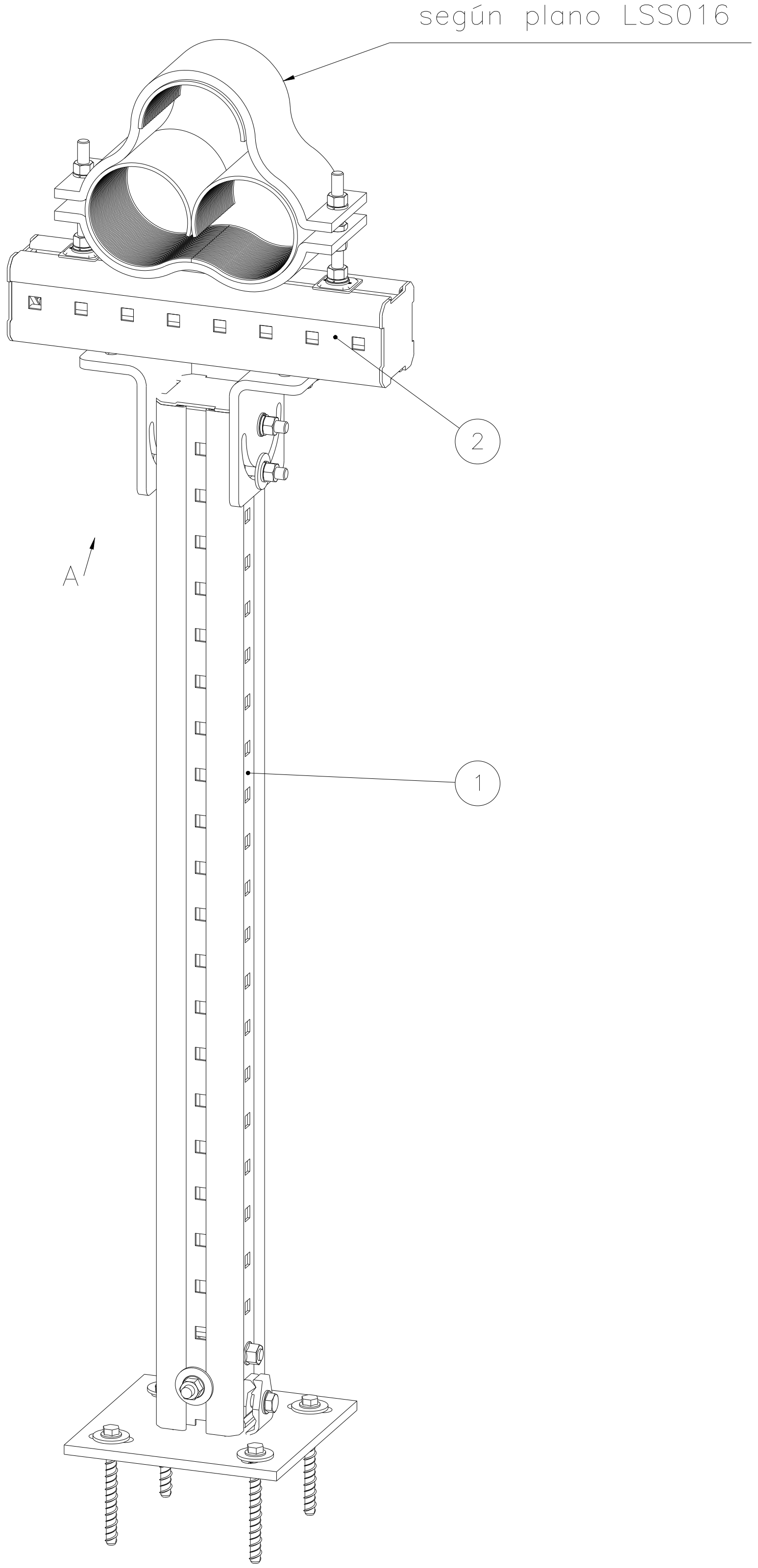
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Vista 3D
Sin escala



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.
3. Ajustar en campo la longitud del perfil H. Proteger el corte del perfil de la corrosión.
4. Galvanizado mínimo según norma UNE–EN 1461.

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
2	Soporte para la abrazadera	1	Fe galv.
1	Pie de apoyo de la estructura	1	Fe galv.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun–23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: SOPORTE PIE SÓTANO GIS BRIDA TRIPOLAR ANCHO 100

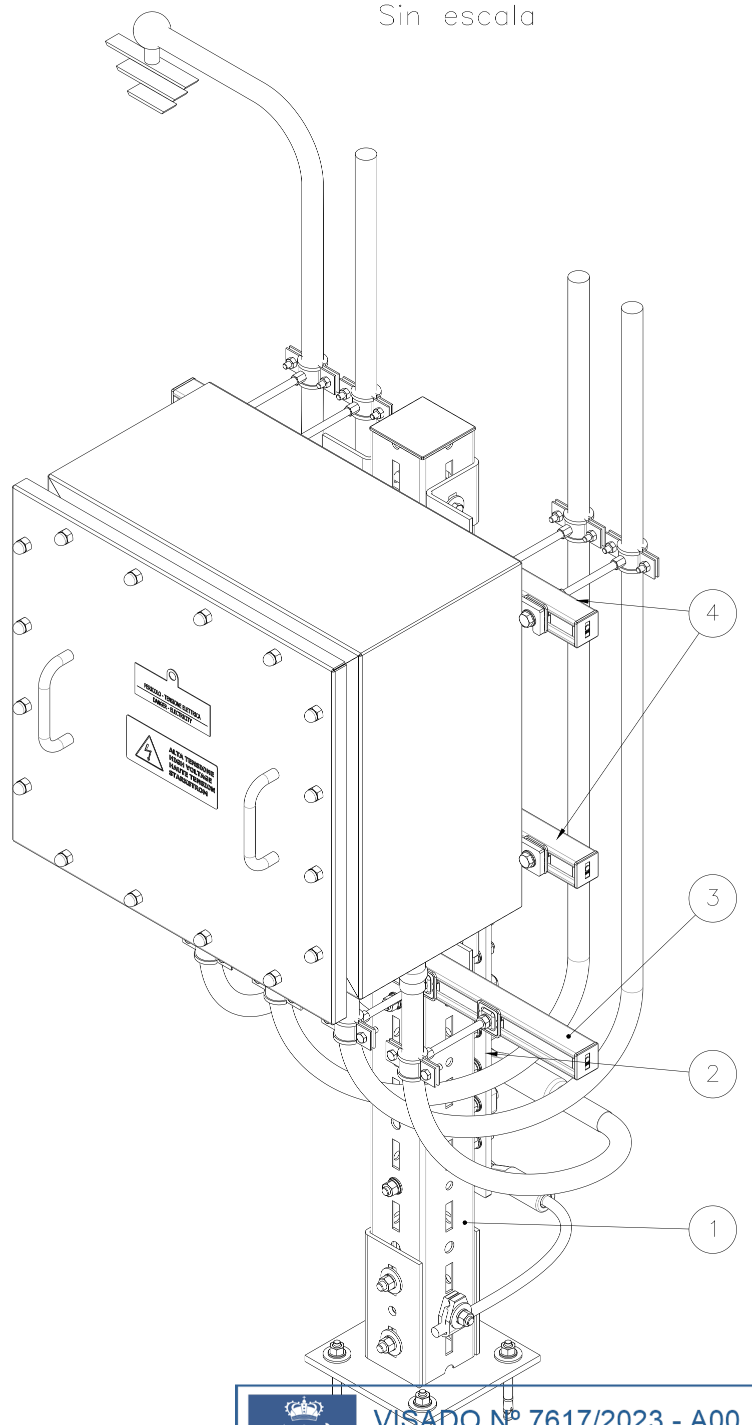
COORD. | HUSO

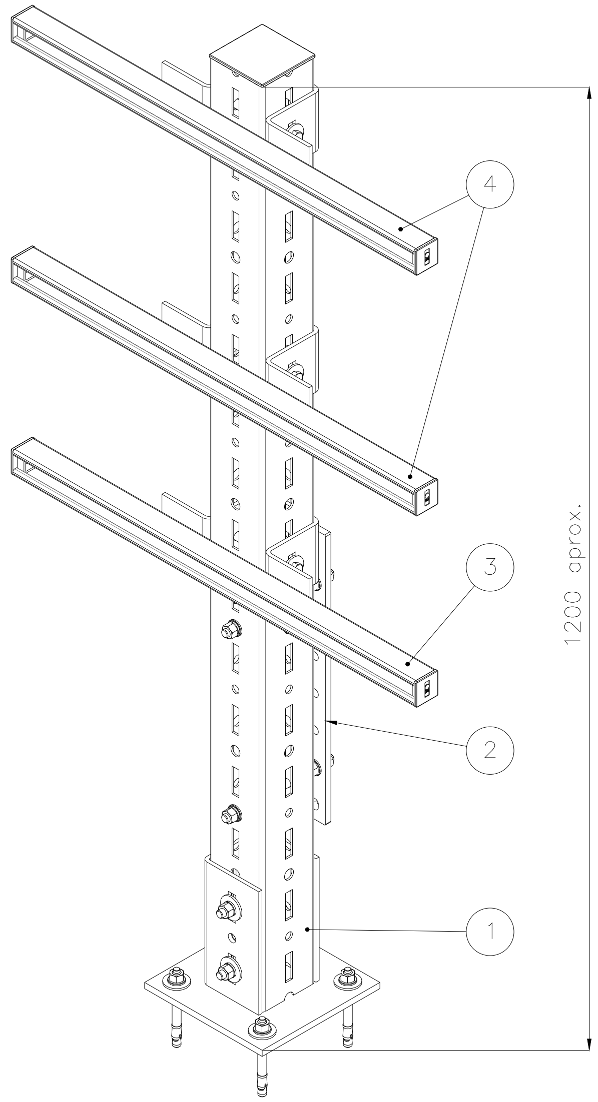
CODIGO

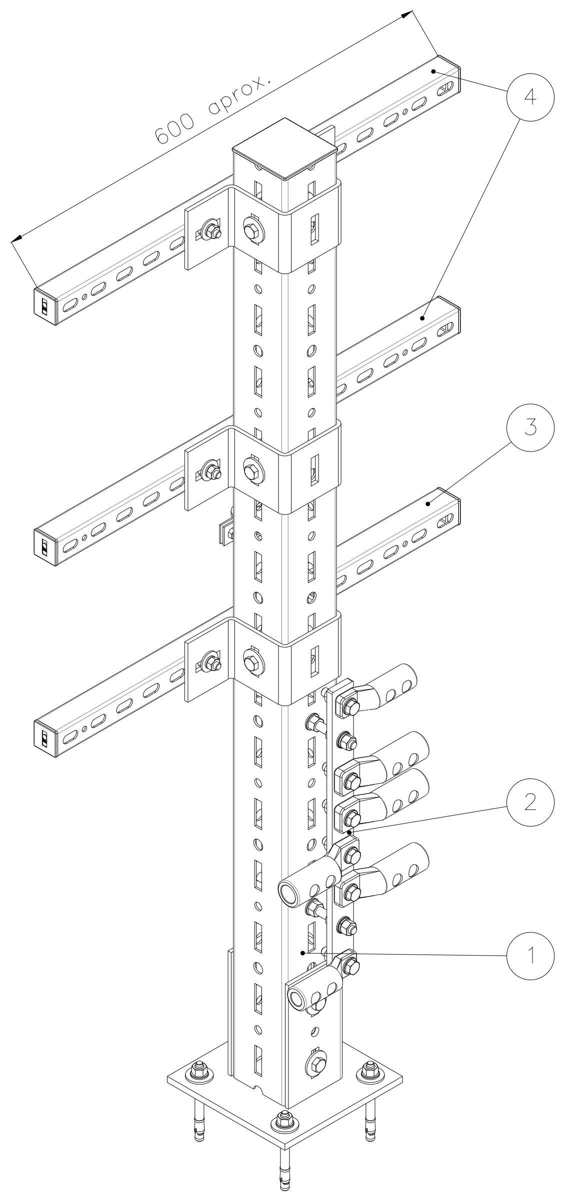
A3 | S/E

Nº LSS017 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.







COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.
3. Galvanizado mínimo según norma UNE–EN 1461

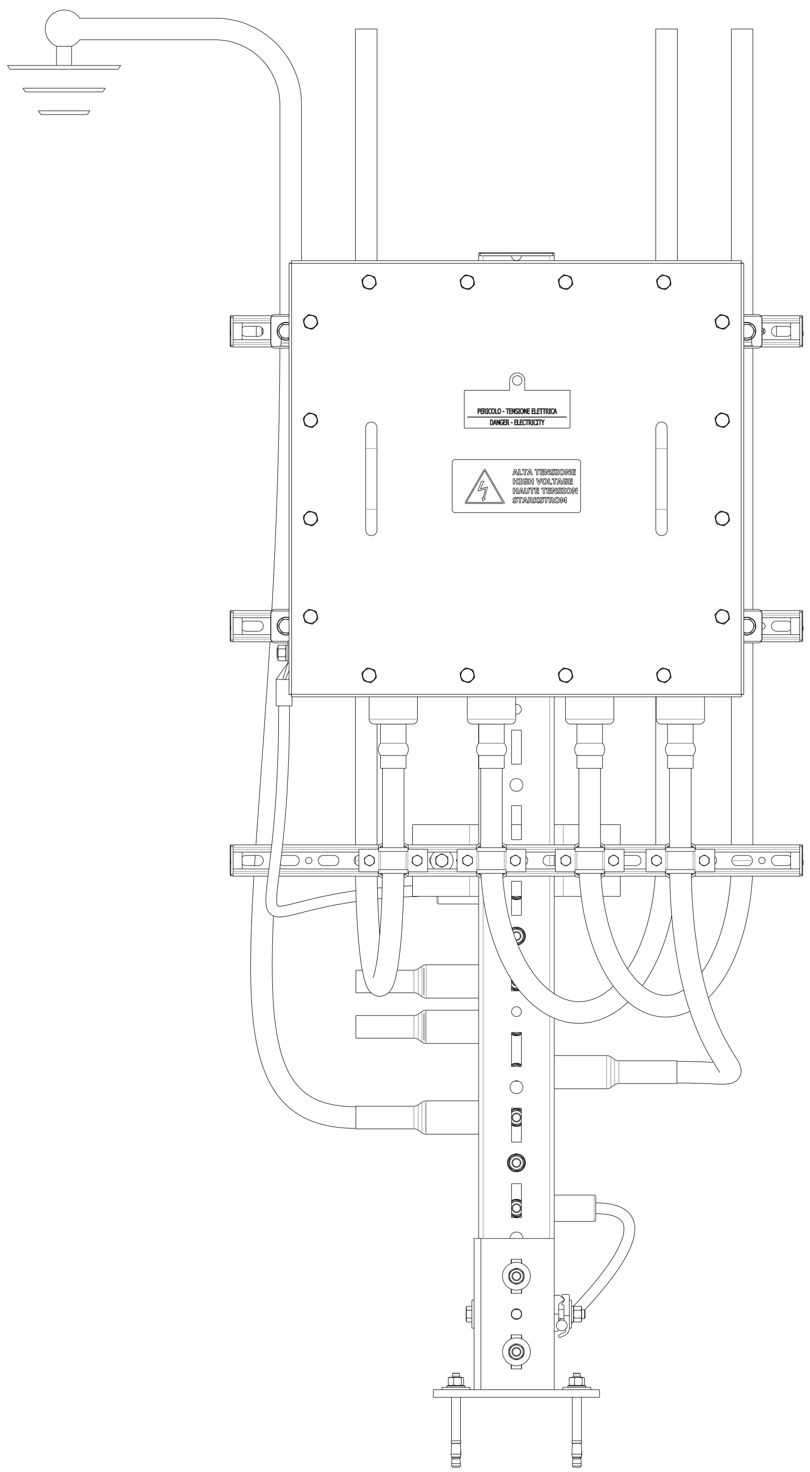
Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
4	Soporte para CCP	2	Fe galv.
3	Soporte para cables	1	Fe galv.
2	Pletina Cu estañado para conexión cables PaT	1	Cu esta.
1	Pie de apoyo	1	Fe galv.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun–23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

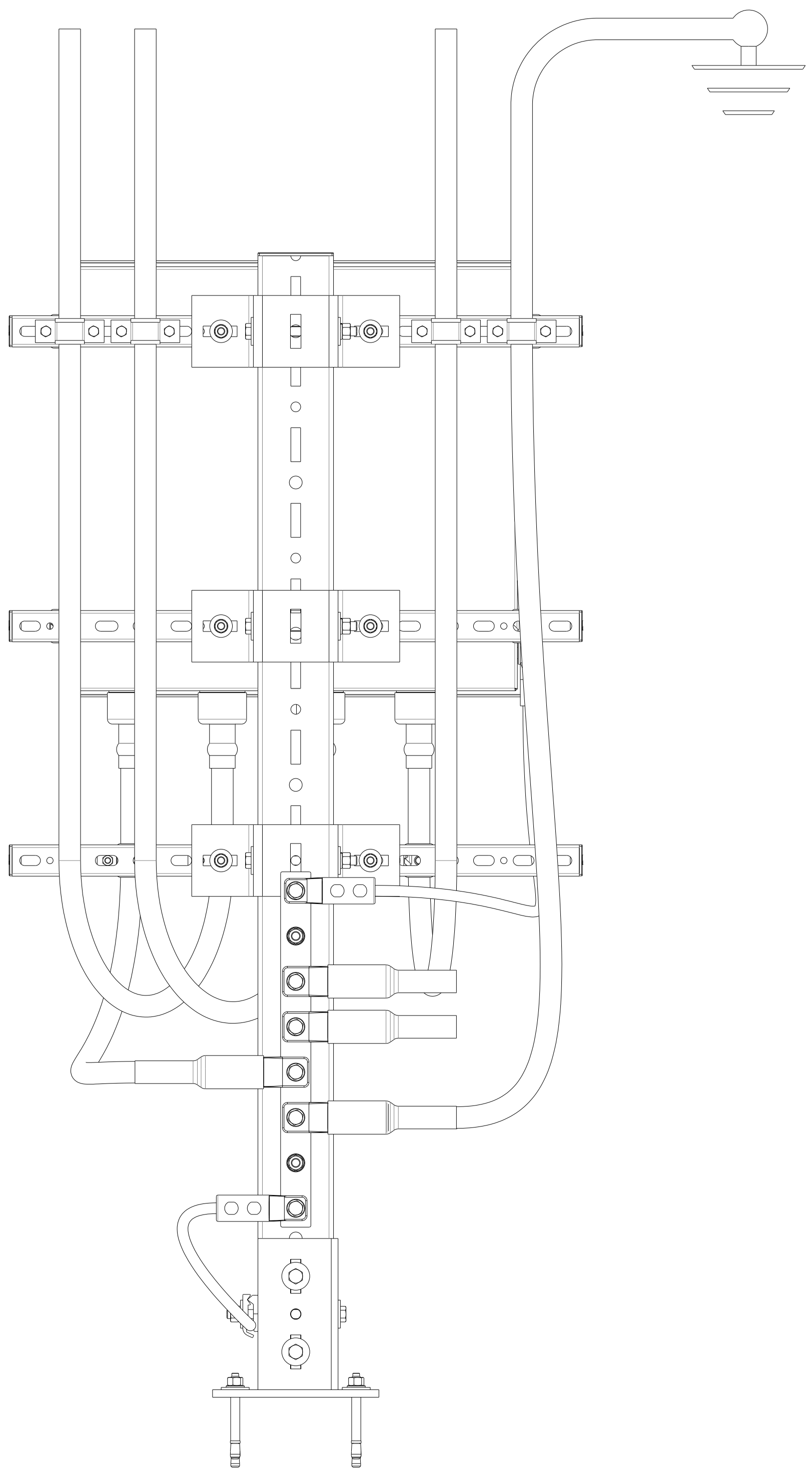
red eléctrica	INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS	COORD. / HUSO
	TÍTULO: SOPORTE CAJA CONEXIÓN PANTALLAS (CCP) SÓTANO GIS	CODIGO
		A3 / S/E
		Nº LSS018 / HOJA 1 DE 2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

VISTA ANTERIOR



VISTA POSTERIOR



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

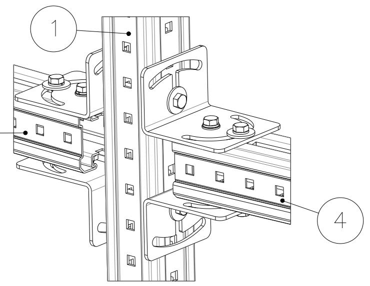
red eléctrica

INSTALACIÓN	NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS
TÍTULO	SOPORTE CAJA CONEXIÓN PANTALLAS (CCP) SÓTANO GIS

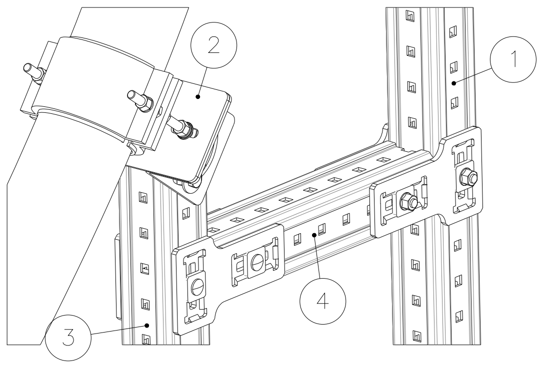
COORD.		HUSO
CODIGO		
A3	S/E	
Nº	LSS018	HOJA 2 DE 2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

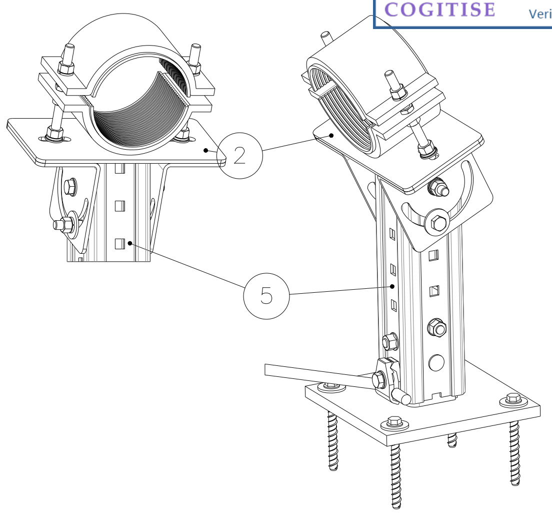
DETAIL Z
SCALE 1 : 10



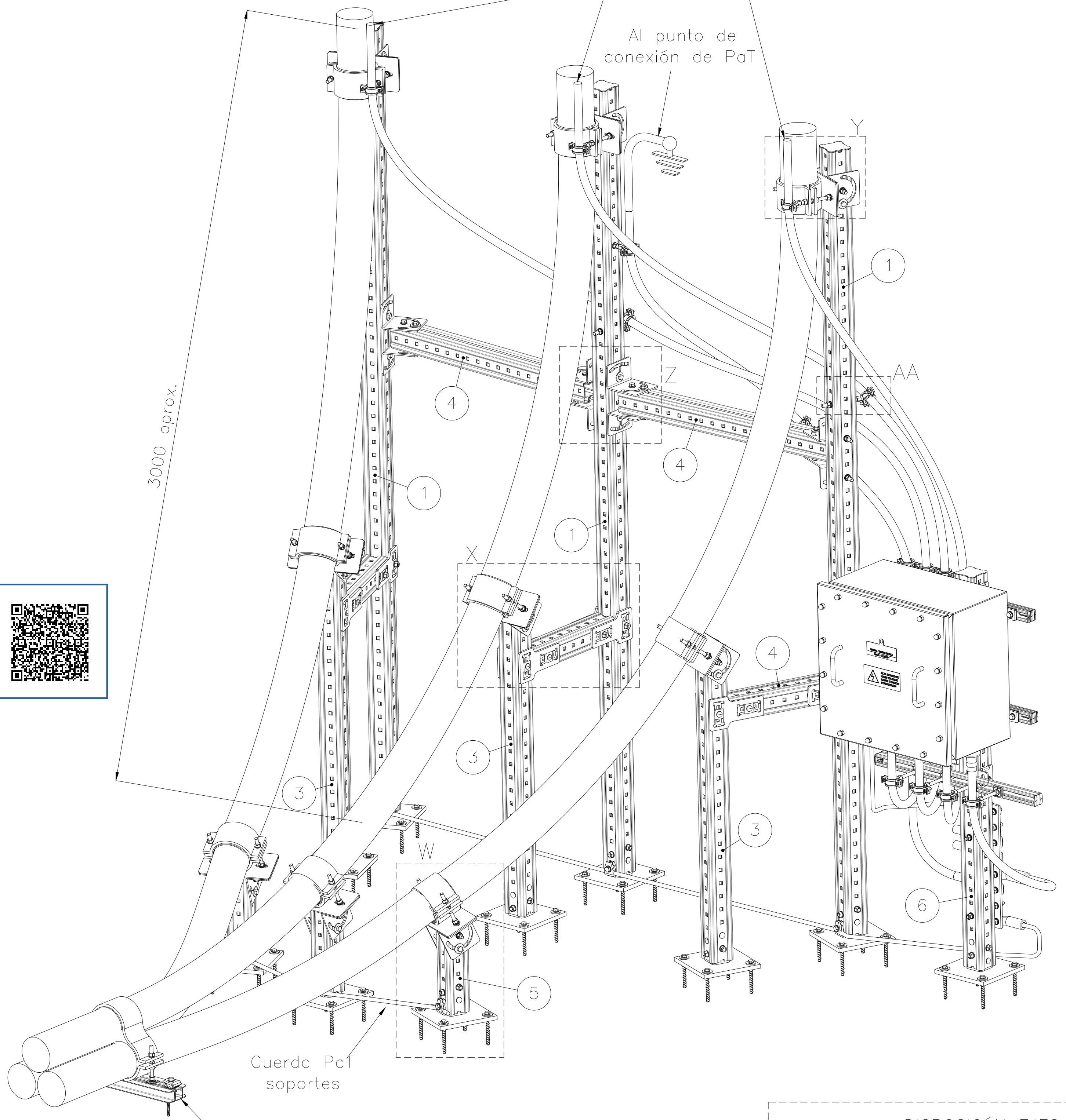
DETAIL X
SCALE 1 : 10



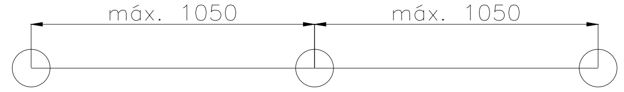
DETAIL W
SCALE 1 : 10



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



DISPOSICÓN EJES DE GIS



NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cables no representados en los detalles.
3. Cantidades referidas al conjunto representado.
4. Soporte pie para CCP según plano LSS018.
5. Ajustar en campo la longitud del perfil según la disposición de los ejes de GIS. Proteger el corte del perfil de la corrosión.
6. Tamaño de la abrazadera en función del diámetro exterior del cable.
7. Soporte válido para sótanos GIS de altura hasta 3 m.
8. Galvanizado mínimo según norma UNE-EN 1461.

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
6	Soporte Pie para CCP (Ver Nota 4)	1	–
5	Pie para fijación Inferior	3	Fe galv.
4	Soporte Longitudinal	5	Fe galv.
3	Pie para fijación Intemedia	3	Fe galv.
2	Soporte Orientable para abrazadera	9	Fe galv.
1	Pie para fijación Superior	3	Fe galv.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

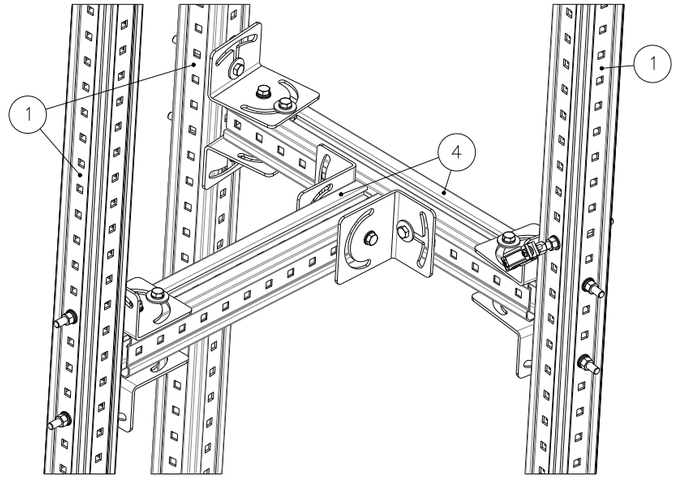
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: CONJUNTO SOPORTE SUBIDA GIS PARA 220 kV Y 132 kV GIS HORIZONTAL

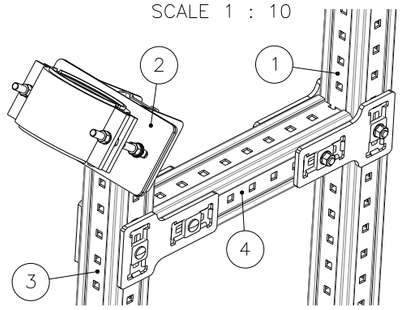
COORD.	HUSO
CODIGO	
A3	S/E
Nº LSS019	HOJA 1 DE 3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

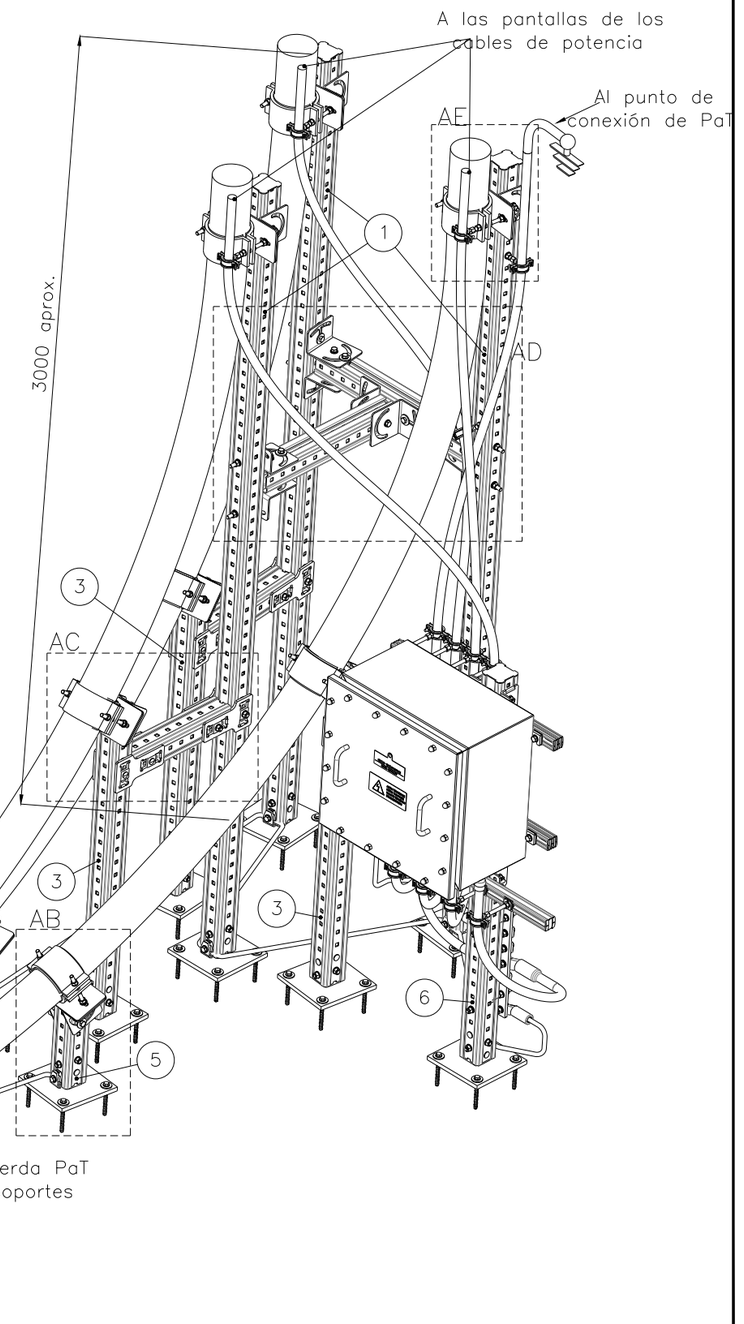
DETAIL AD
SCALE 1 : 10



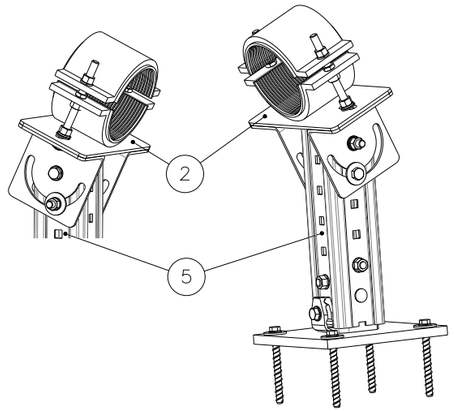
DETAIL AC
SCALE 1 : 10



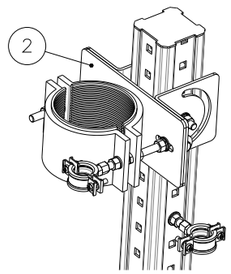
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETAIL AE
SCALE 1 : 10

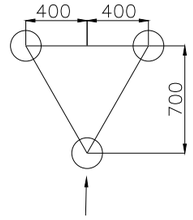


NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cables no representados en los detalles.
3. Cantidades referidas al conjunto representado.
4. Soporte pie para CCP según plano LSS018.
5. Ajustar en campo la longitud del perfil según la disposición de los ejes de GIS. Proteger el corte del perfil de la corrosión.
6. Tamaño de la abrazadera en función del diámetro exterior del cable.
7. Soporte válido para sótanos GIS de altura hasta 3 m.
8. Galvanizado mínimo según norma UNE-EN 1461.

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
6	Soporte Pie para CCP (Ver Nota 4)	1	–
5	Pie para fijación Inferior	3	Fe galv.
4	Soporte Longitudinal	5	Fe galv.
3	Pie para fijación Intermedia	3	Fe galv.
2	Soporte Orientable para abrazadera	9	Fe galv.
1	Pie para fijación Superior	3	Fe galv.

DISPOSICÓN EJES DE GIS



EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

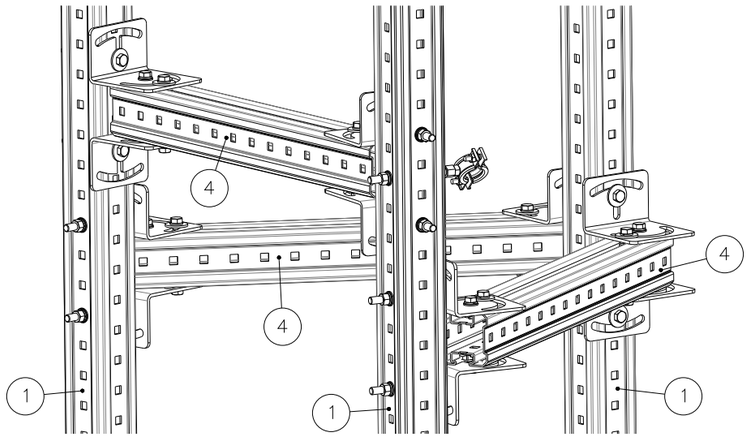
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO
CONJUNTO SOPORTE SUBIDA GIS PARA 220 kV Y 132 kV
GIS TRESBOLILLO FRONTAL

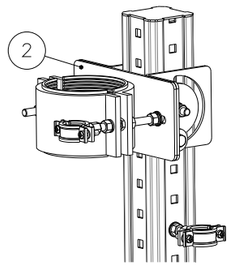
COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | S/E
Nº LSS019 | HOJA 2 DE 3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Queda prohibida su reproducción, modificación, distribución, cesión, comunicación pública, puesta a disposición, extracción, reutilización, explotación, total o parcial, sin el previo consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ningún responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

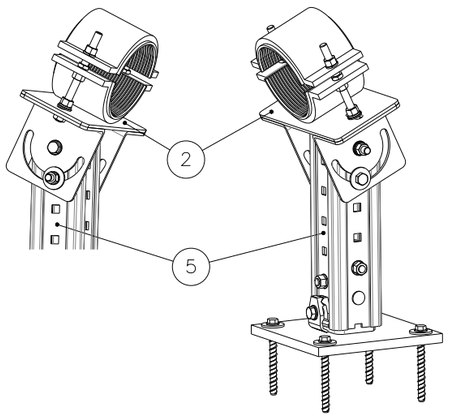
DETAIL AL
SCALE 1 : 10



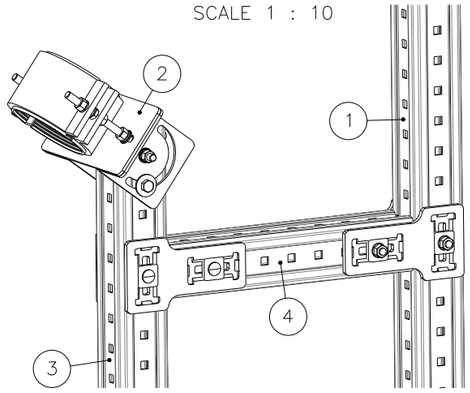
DETAIL AM
SCALE 1 : 10

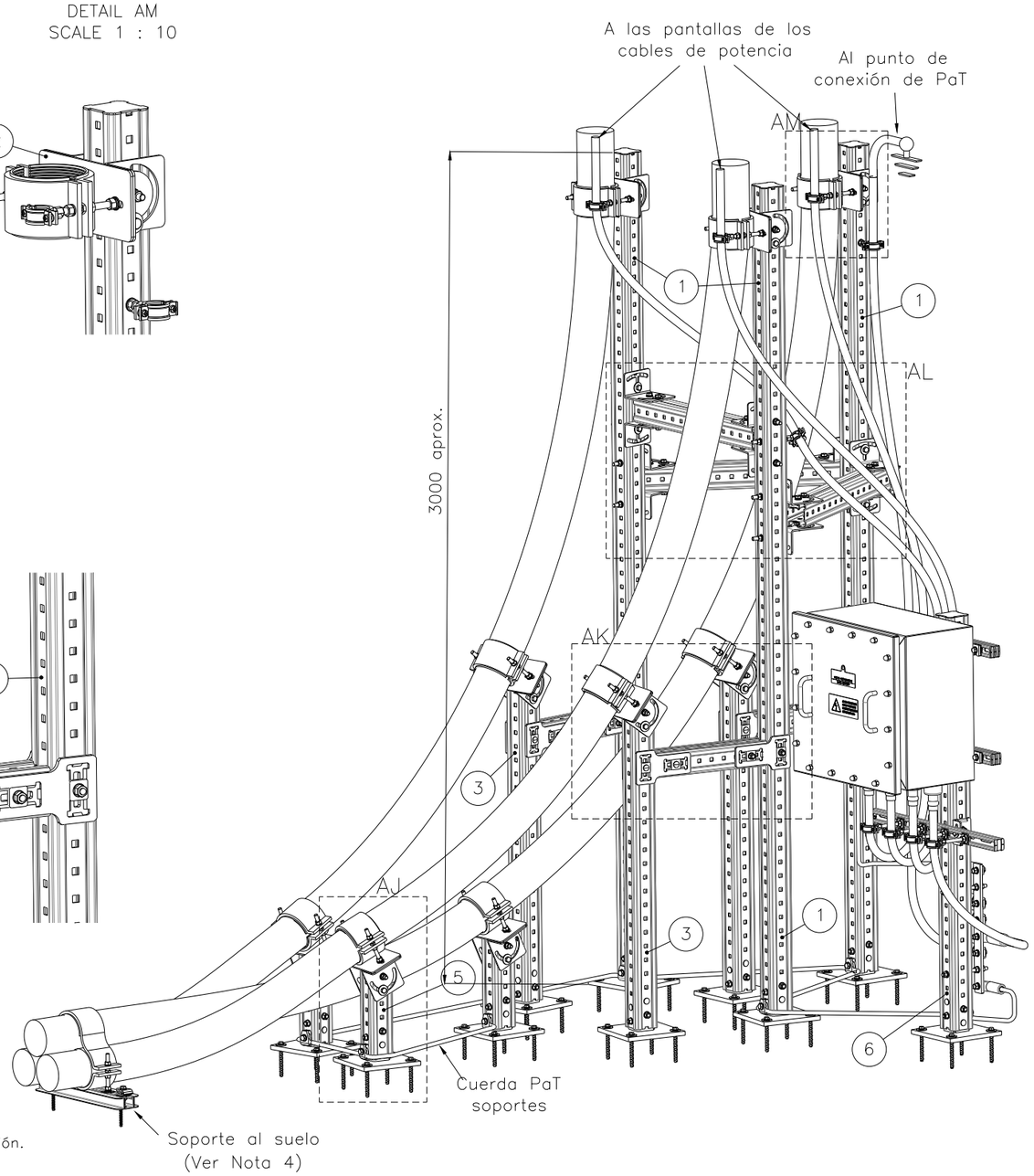


DETAIL AJ
SCALE 1 : 10



DETAIL AK
SCALE 1 : 10





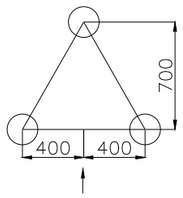
NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cables no representados en los deta
3. Cantidades referidas al conjunto representado.
4. Soporte pie para CCP según plano LSS018.
5. Ajustar en campo la longitud del perfil según la disposición de los ejes de GIS. Proteger el corte del perfil de la corrosión.
6. Tamaño de la abrazadera en función del diámetro exterior del cable.
7. Soporte válido para sótanos GIS de altura hasta 3 m.
8. Galvanizado mínimo según norma UNE-EN 1461.

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
6	Soporte Pie para CCP (Ver Nota 4)	1	–
5	Pie para fijación Inferior	3	Fe galv.
4	Soporte Longitudinal	5	Fe galv.
3	Pie para fijación Intermedia	3	Fe galv.
2	Soporte Orientable para abrazadera	9	Fe galv.
1	Pie para fijación Superior	3	Fe galv.

DISPOSICÓN EJES DE GIS



Llegada de cables

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

red eléctrica

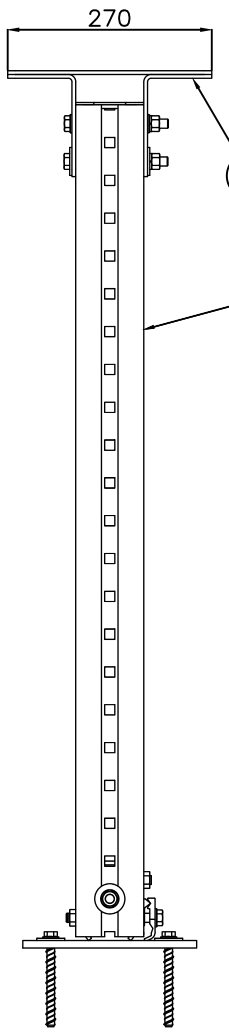
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO
CONJUNTO SOPORTE SUBIDA GIS PARA 220 kV Y 132 kV GIS TRESBOLILLO TRASERO

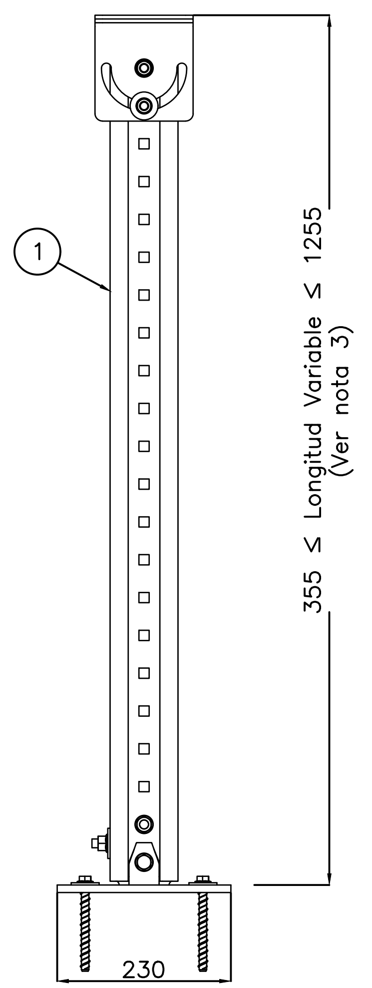
COORD. | HUSO
CODIGO
A3 | S/E
Nº LSS019 | HOJA 3 DE 3

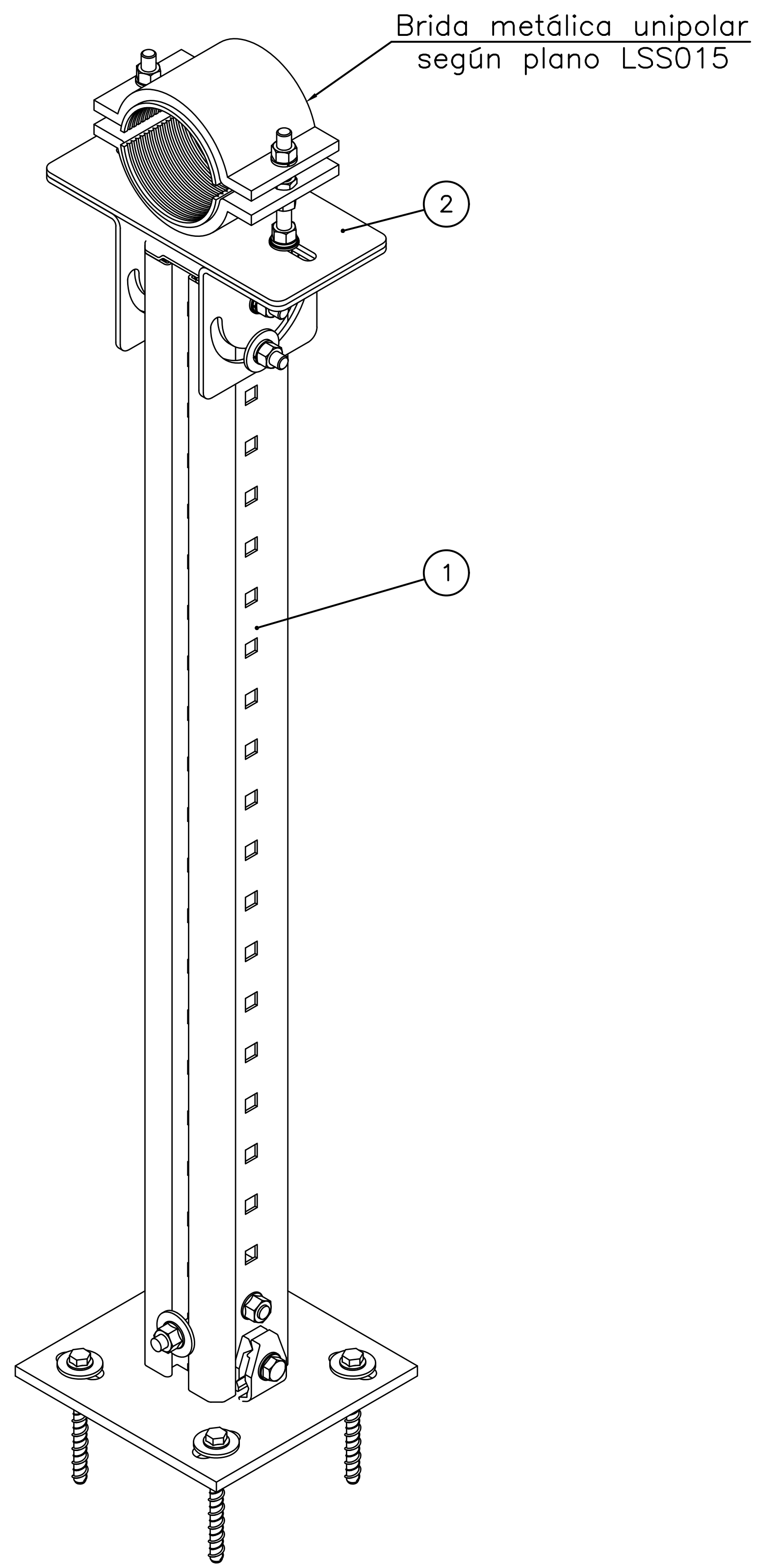
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL





VISTA 3D
SIN ESCALA

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS:

1. Cotas en mm.
2. Cantidades referidas al conjunto representado.
3. Ajustar en campo la longitud del perfil H. Proteger el corte del perfil de la corrosión.
4. Galvanizado mínimo según norma UNE-EN 1461.

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
2	Soporte para la abrazadera	1	Fe galv.
1	Pie de apoyo de la estructura	1	Fe galv.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	jun-23	R.T.R.	G.D.C.	CREACIÓN DE PLANO

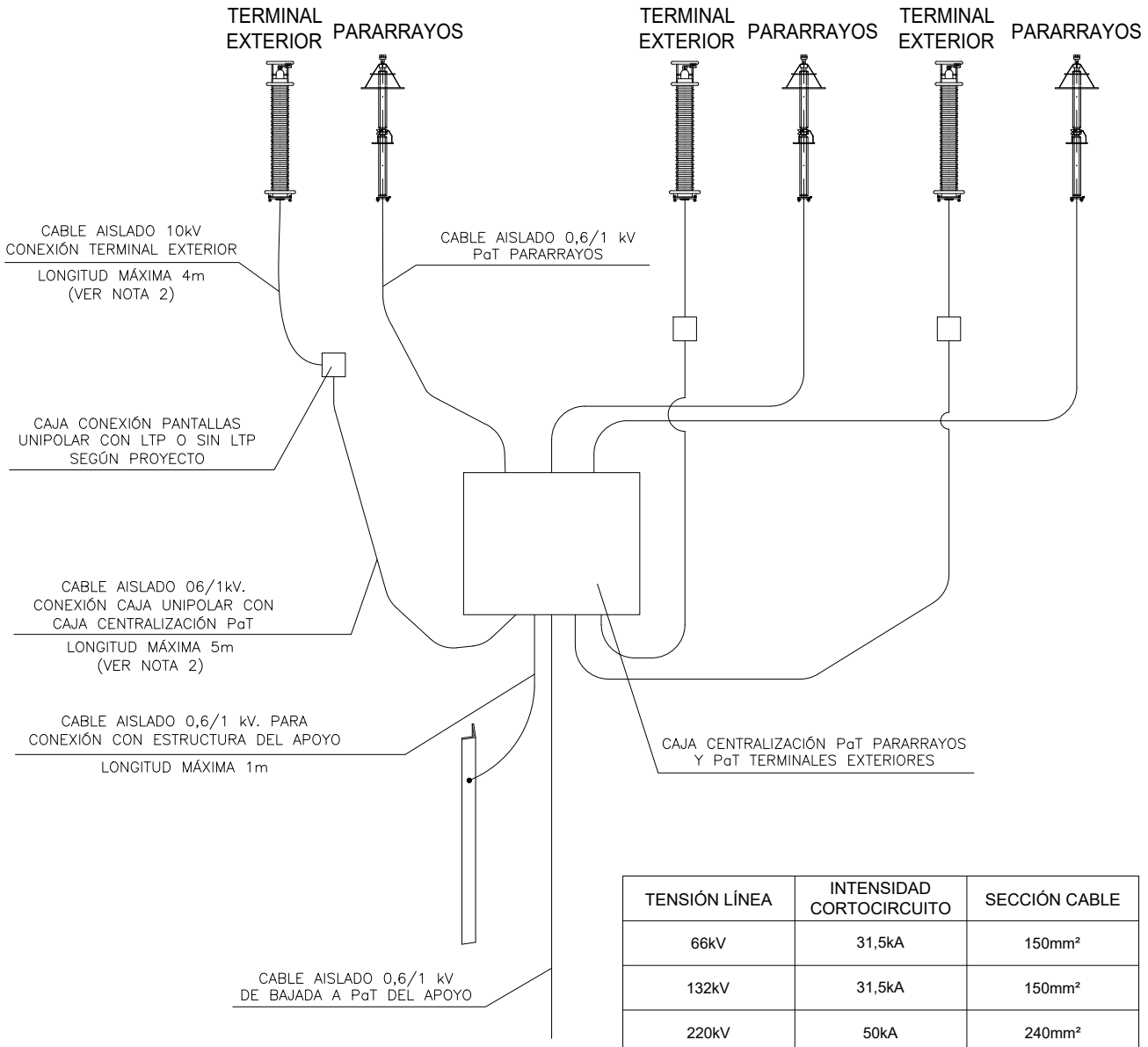
red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: SOPORTE PIE BRIDA UNIPOLAR

COORD.		HUSO	
CODIGO			
A3	S/E		
Nº	LSS020	HOJA 1 DE 1	

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



TENSIÓN LÍNEA	INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	SECCIÓN CABLE
66kV	31,5kA	150mm²
132kV	31,5kA	150mm²
220kV	50kA	240mm²
220kV	63kA	300mm²

NOTAS:

1. LOS PARARRAYOS SE INSTALARÁN SIN CONTADOR DE DESCARGAS.
2. EN CASO DE NO CUMPLIRSE CON LAS LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS, SE DEBERÁ COMUNICAR A REE LAS NUEVAS LONGITUDES PARA SU VALIDACIÓN.
3. LOS CABLES AISLADOS SE SUJETARÁN A LA CELOSÍA CON LA BRIDA–SOPORTE SEGÚN PLANO LSS011.
4. EL CABLE AISLADO ENTRE EL TERMINA[illegible] Y LA CAJA CONEXIÓN PANTALLAS UNIPOLAR PODRÁ SER 0,6/1kV SI LA CAJA ES SIN LTP.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
G	ago–22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
F	oct–17		G.D.C.	SE MODIFICAN LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS EN CABLES DE CONEXIÓN DE PANTALLAS

red eléctrica

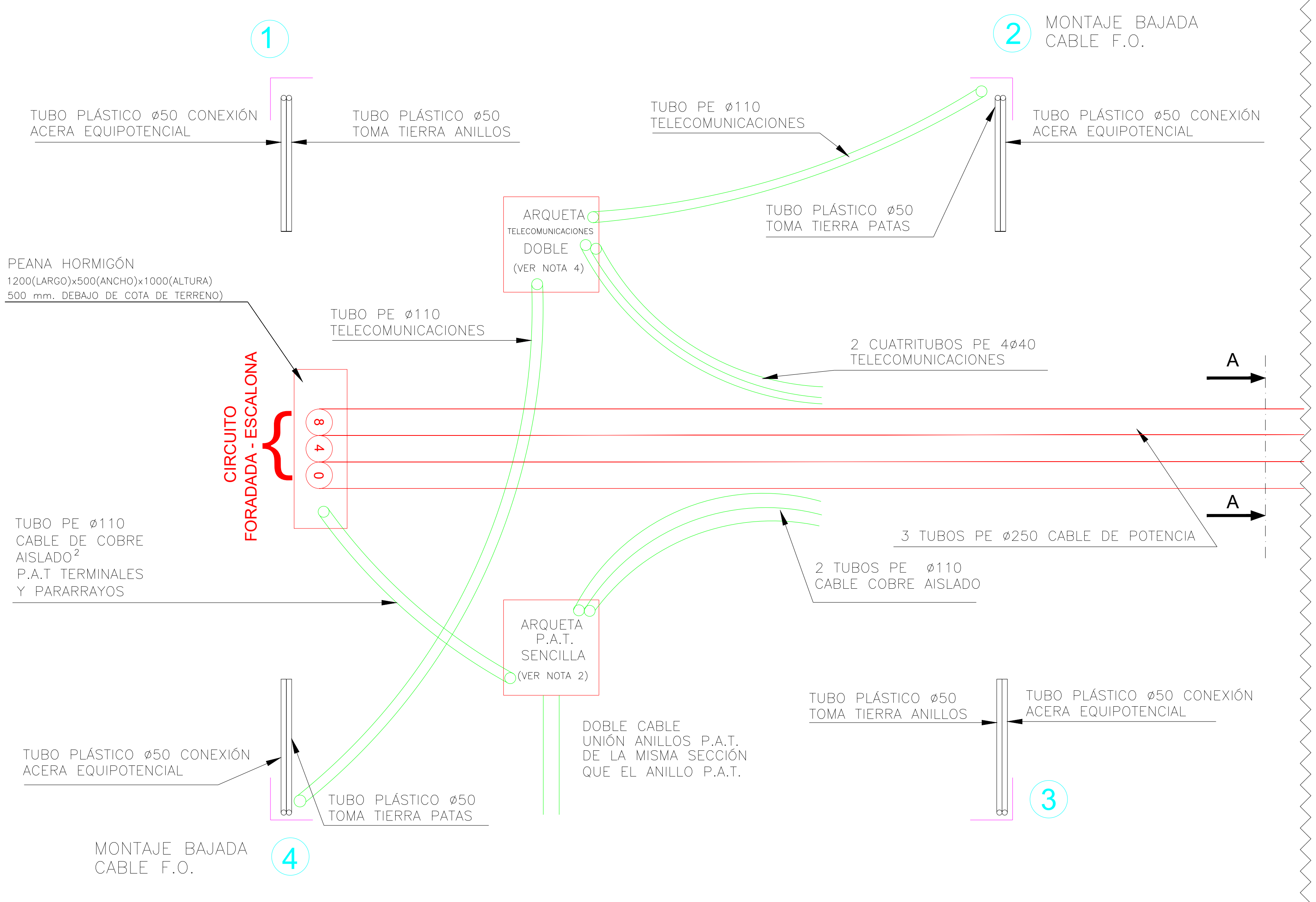
INSTALACIÓN
NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO
ESQUEMA SISTEMA PUESTA A TIERRA DE TERMINAL EXTERIOR Y PARARRAYOS EN LOS APOYOS DE BAJADA A SUBTERRÁNEO

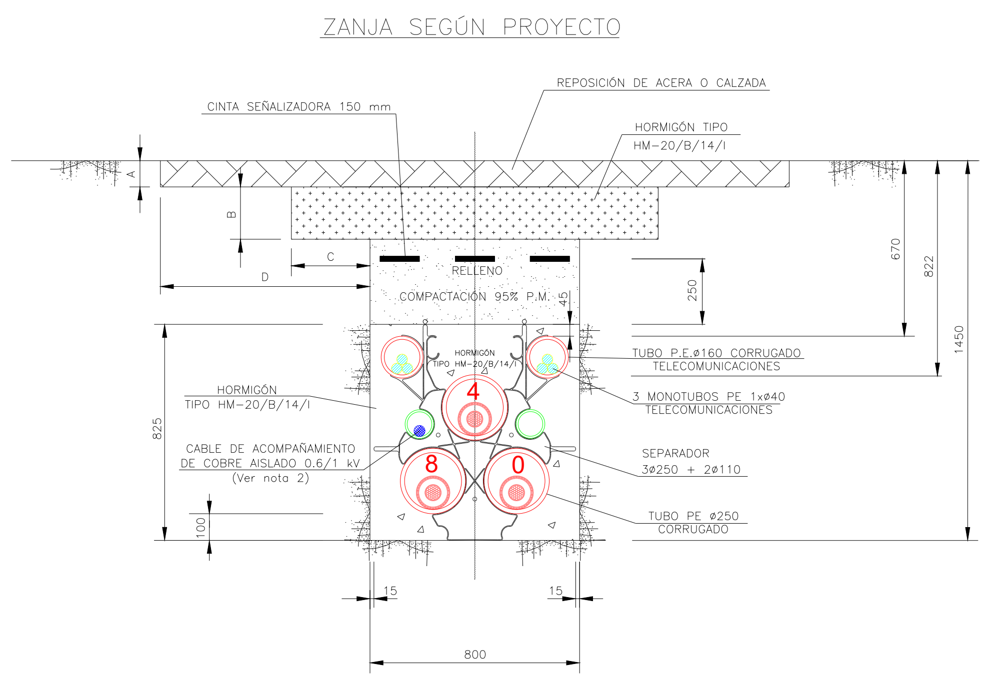
COORD. | HUSO
CODIGO
A4V
Nº LSTI003 | HOJA 1 DE 1

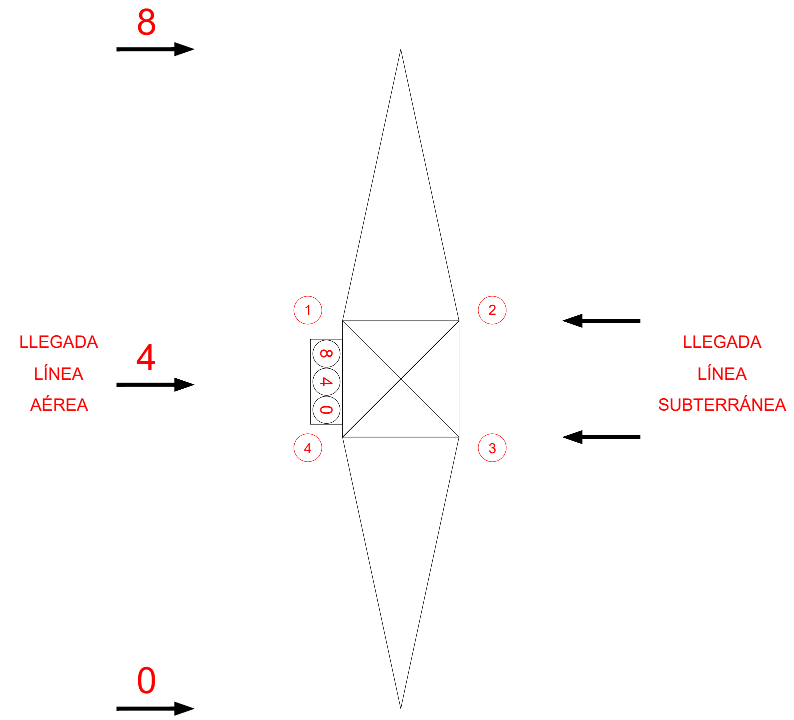
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA\LSTI003-G.dwg



SECCIÓN A-A





VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

NOTAS :

1.- LA BAJADA DEL CABLE AISLADO PARA LA P.A.T. DE LOS TERMINALES Y DE LOS PARARRAYOS SE REALIZARÁ POR EL INTERIOR DEL CAJÓN DE BAJADA DE LOS CABLES DE POTENCIA . LA SECCIÓN DEL CABLE SERÁ SEGÚN PLANO LSTI003.

2.- ARQUETA DE P.A.T. SENCILLA SEGÚN PLANO LST002. ESTA ARQUETA SERVIRÁ PARA UNIR LA P.A.T. DEL APOYO CON EL SISTEMA P.A.T. DEL CABLE MEDIANTE UNA PLETINA DE COBRE . UNA VEZ REALIZADOS LOS ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO LA ARQUETA SE DEBERÁ RELLENAR DE TIERRA.

3.- TODOS LOS TUBOS QUE LLEGAN A LAS PATAS DEL APOYO DEBERÁN ATRAVESAR LAS PEANAS DEL HORMIGÓN .

4.- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES SEGÚN PLANO LST003.

0	nov-23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica

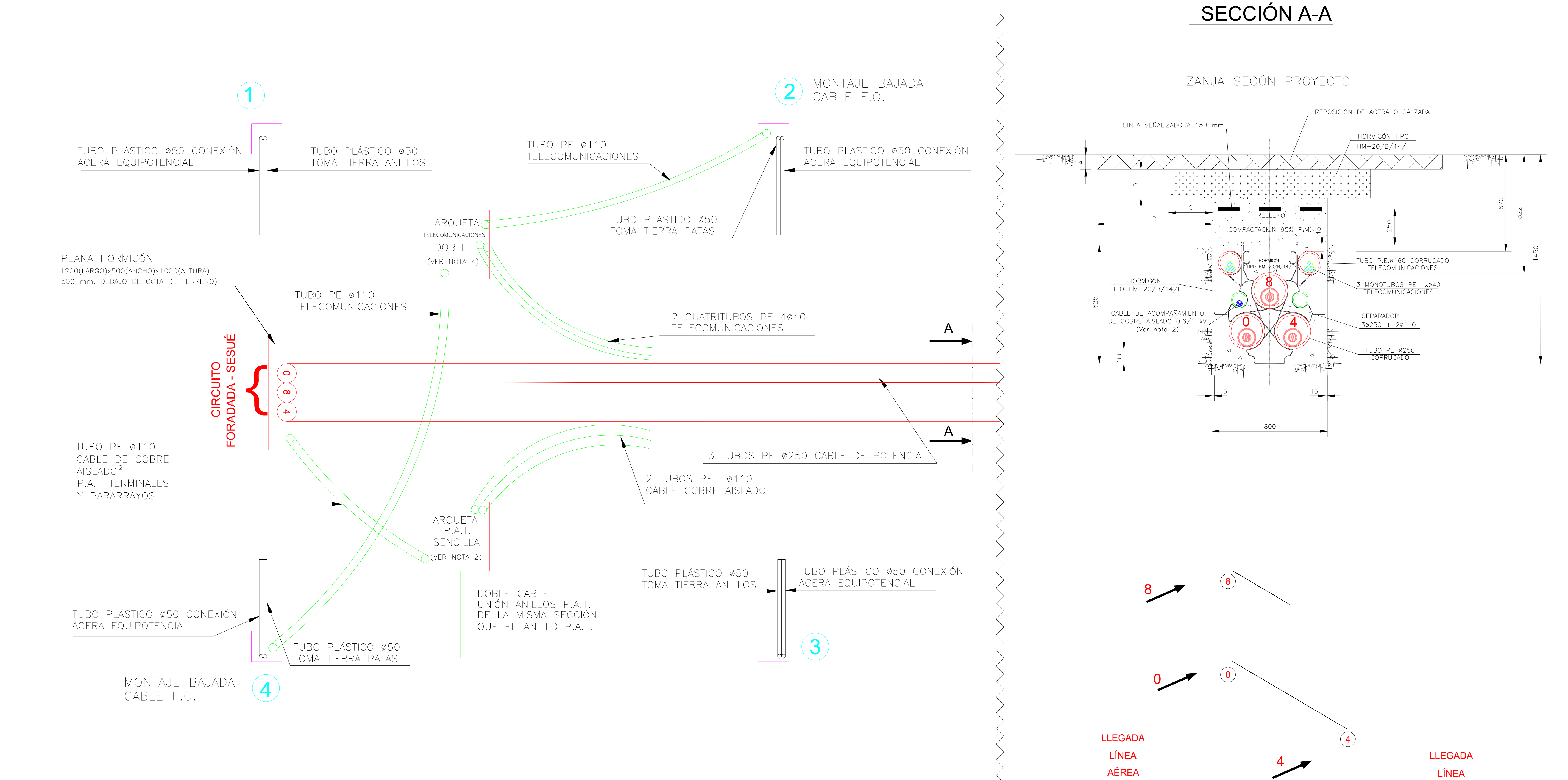
INSTALACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

TÍTULO: PLANO DE ESQUEMA DISPOSICIÓN DE TUBOS EN APOYO TIPO S2B (T-1N)

COORD.	HUSO
CODIGO	J-90G5-L0112
A3	S/E
Nº V001	HOJA 01 DE 02

\\Sficmm03\estructura ig de ree\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\1027 ES FORADADA L-SESESL PSRMDN_J-90G5-L0112\10. PROYECTO\Planos\Sitema P.A.T\J-90G5-L0112V001.dwg

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE

NOTAS :

1.- LA BAJADA DEL CABLE AISLADO PARA LA P.A.T. DE LOS TERMINALES Y DE LOS PARARRAYOS SE REALIZARÁ POR EL INTERIOR DEL CAJÓN DE BAJADA DE LOS CABLES DE POTENCIA . LA SECCIÓN DEL CABLE SERÁ SEGÚN PLANO LSTI003.

2.- ARQUETA DE P.A.T. SENCILLA SEGÚN PLANO LST002. ESTA ARQUETA SERVIRÁ PARA UNIR LA P.A.T. DEL APOYO CON EL SISTEMA P.A.T. DEL CABLE MEDIANTE UNA PLETINA DE COBRE . UNA VEZ REALIZADOS LOS ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO LA ARQUETA SE DEBERÁ RELLENAR DE TIERRA.

3.- TODOS LOS TUBOS QUE LLEGAN A LAS PATAS DEL APOYO DEBERÁN ATRAVESAR LAS PEANAS DEL HORMIGÓN .

4.- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES SEGÚN PLANO LST003.

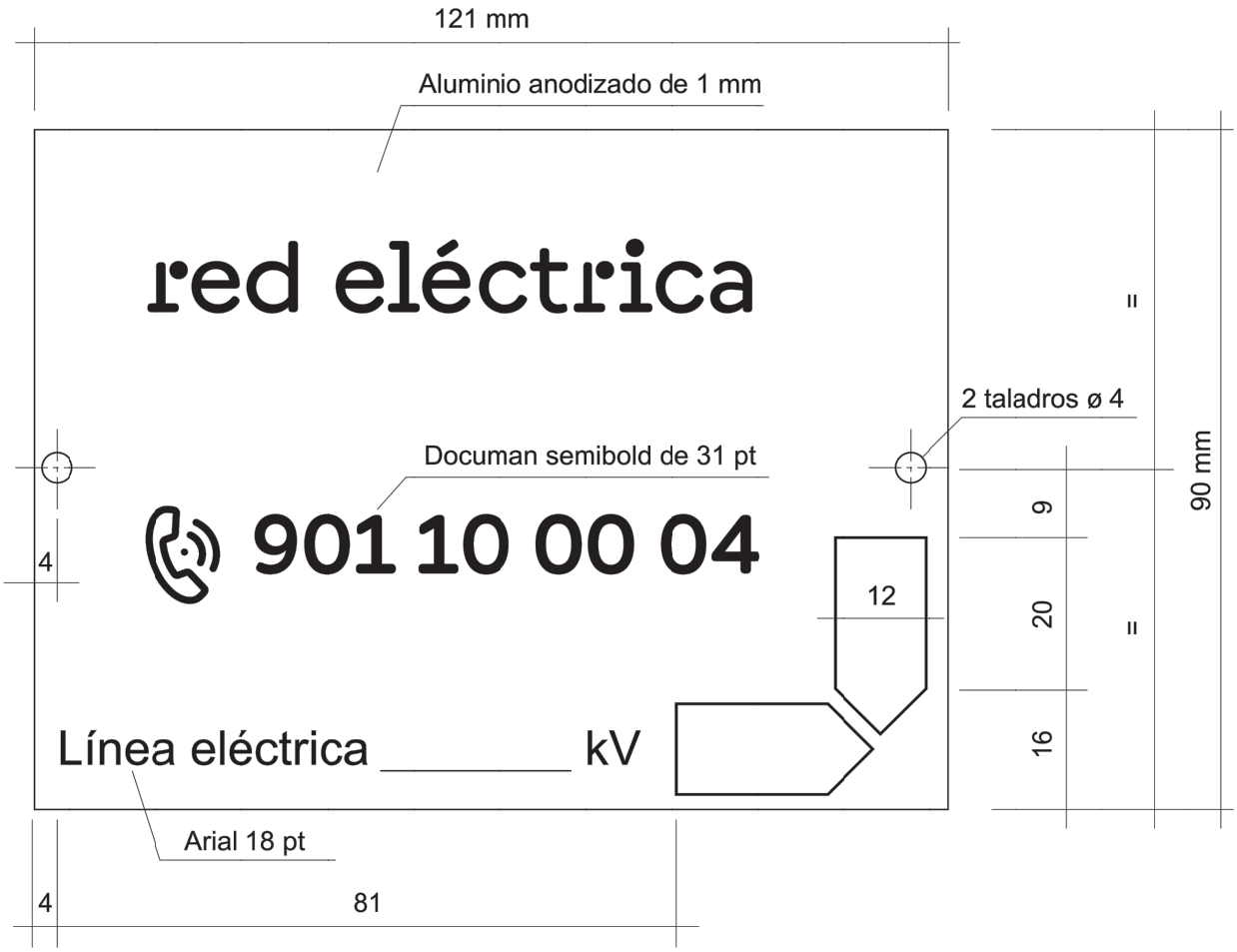
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	nov-23	E.I.	R.E.	REALIZACIÓN DE PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

TÍTULO PLANO DE ESQUEMA DISPOSICIÓN DE TUBOS EN APOYO TIPO MISTRAL (T-2N)

COORD.	HUSO
CODIGO	J-90G5-L0112
A3	S/E
Nº V001	HOJA 02 DE 02



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
B	sep–22	R.T.R.	G.D.C.	SE ACTUALIZA PLACA IDENTIFICATIVA CON CAMBIO DE IMAGEN CORPORATIVA
A	jul–22	R.T.R.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	mar–10	B.S.M.	G.D.C.	CREACIÓN PLANO

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: PLACA DE IDENTIFICACIÓN CABLES SUBTERRANEOS

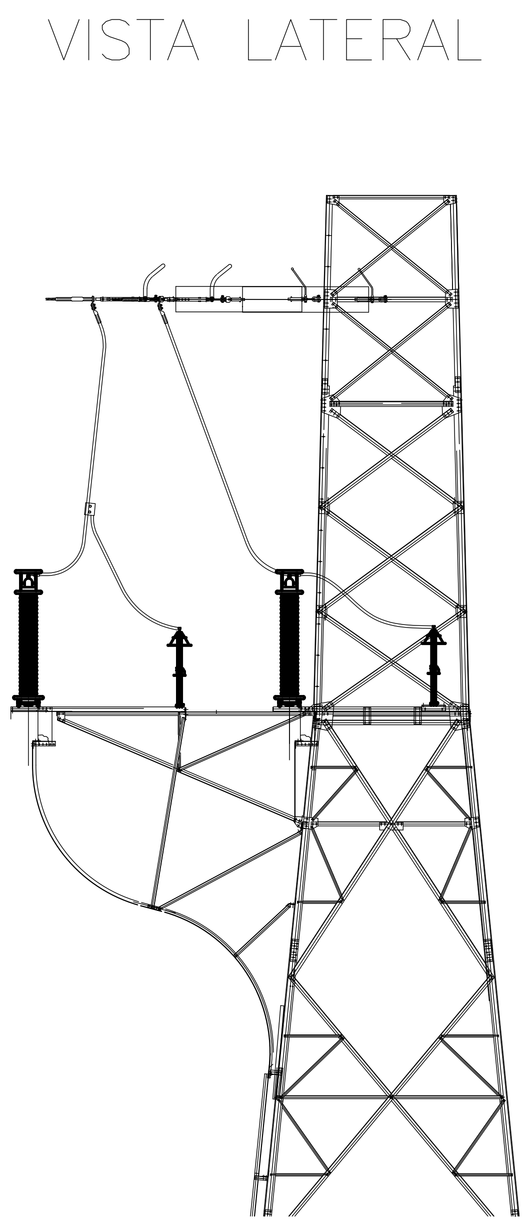
COORD. | HUSO

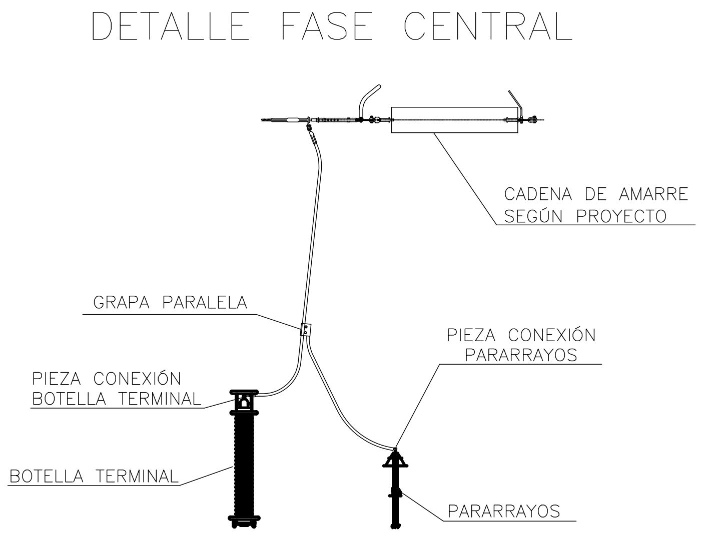
CODIGO

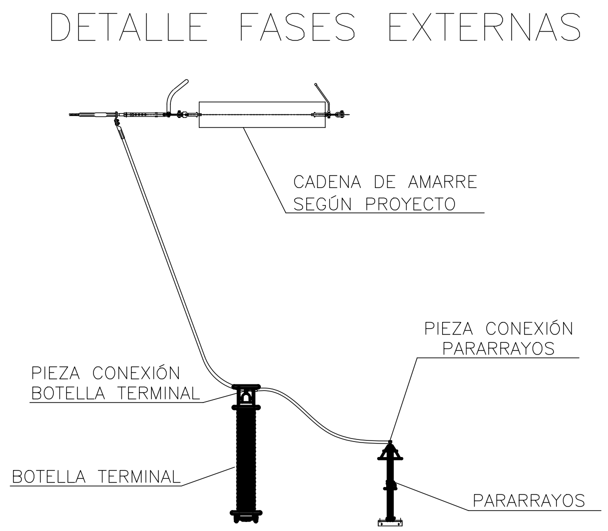
A4V | 1:20

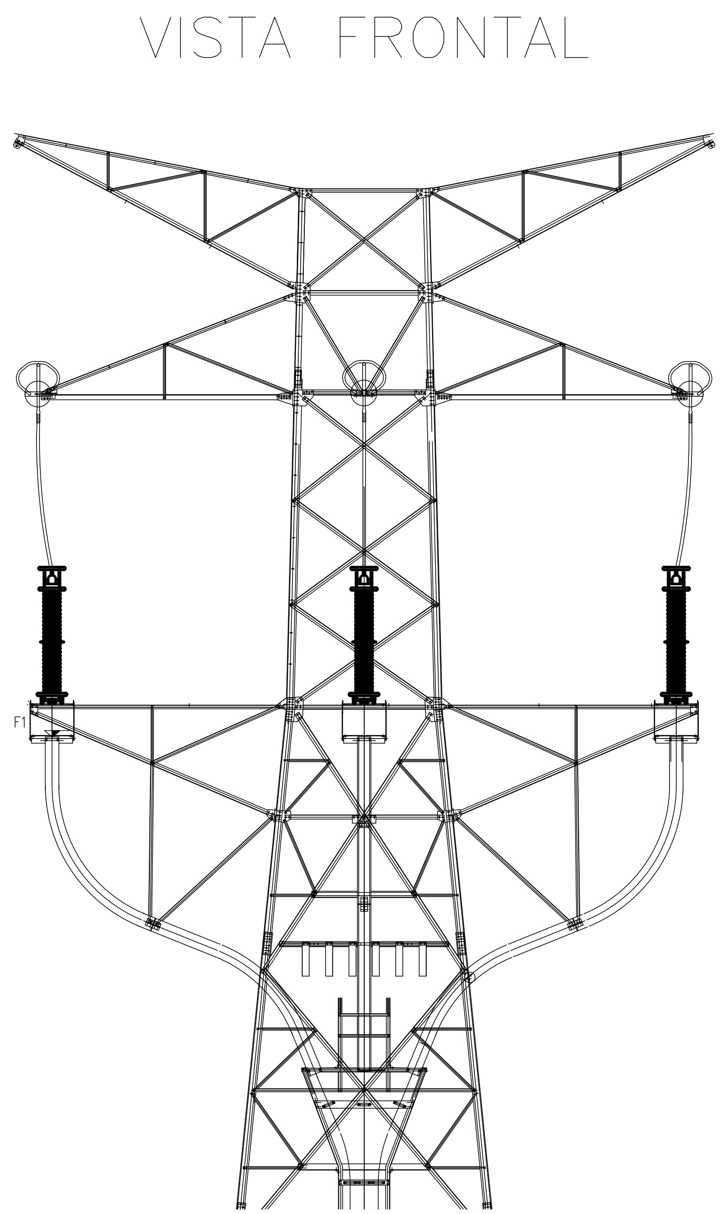
Nº LSV009 | HOJA 1 DE 1

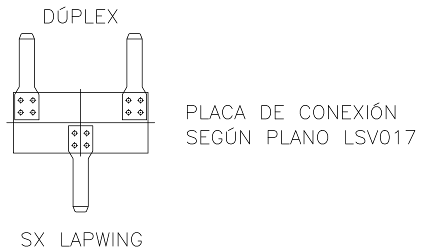
\\sficmm03\Estructura IG DE REE\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Zanjas\LSV009-B.dwg











NOTAS:

1. EN LÍNEAS SIMPLEX EL CABLE DE CONEXIÓN CON BOTELLA TERMINAL Y PARARRAYOS SERÁ EL MISMO QUE EN EL RESTO DE LA LÍNEA AÉREA.
2. EN LÍNEAS DÚPLEX EL CABLE DE CONEXIÓN CON BOTELLA TERMINAL Y PARARRAYOS SERÁ SX. LAPWING.
3. EN LAS LÍNEAS DÚPLEX SE REALIZARÁ EL PASO A SX. LAPWING INSTALANDO LA PLACA DE CONEXIÓN SEGÚN PLANO LSV017.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

A	ago-22	C.M.G.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN
0	abr-12	D.H.C.	G.D.C.	CREACIÓN PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LÍNEAS

TÍTULO: ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LÍNEA AÉREA CON PARARRAYOS Y BOTELLAS TERMINALES EN APOYO S2B

COORD. | HUSO

CODIGO

A3

Nº LSV023 | HOJA 1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\1. DELINEACION\Planos normalizados\Subterraneo\VARIOS\LSV023-B.dwg

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DETALLADO 3

RESUMEN GENERAL 10

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

PRESUPUESTO DETALLADO

			Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1	**INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**				
	Estudios de trazado y estudio de las medidas correctoras	0,96	km	4.420,8	4.235,1
	TOTAL, INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE				**4.235,1**
2	**INGENIERÍA DE PROYECTO**				
	Estudio topográfico, distribución de apoyos, cálculos, elaboración de planos y del Proyecto de Ejecución de línea aérea	1,0	km	4.760,4	4.560,4
	Realización del proyecto de ejecución, incluyendo topografía de detalle y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados de línea subterránea.	0,1	km	76.033,7	8.211,6
	TOTAL, INGENIERÍA DE PROYECTO				**12.772,1**
3	**GESTIÓN Y TRAMITACIONES**				
	Incluye: Visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración	1,1	km	13.522,6	14.415,1
	TOTAL, GESTIÓN Y TRAMITACIONES				**14.415,1**
4	**PERMISOS Y DAÑOS**				
	Pago a los propietarios afectados por los derechos de servidumbre de paso, construcción de accesos, pago de daños a propietarios...	1,0	km	46.167,1	44.228,1
	TOTAL, PERMISOS Y DAÑOS				**44.228,1**
5	**MATERIALES**				
	CABLE Y ACCESORIOS				
	Cable de potencia para 245 kV RHZ1-RA+2OL(AS) 1X2000M+T375AL	588,0	m	292,0	171.696,0
	Cable 1x240 Single-Point RZ1(AS)0,6/1 XLPE	186,0	m	22,0	4.092,0
	Pararrayos Polimérico 245 kV	6,0	ud.	1.653,0	9.918,0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Sótano GIS	2,0	ud.	4.000,0	8.000,0
Material para la Instalación de Cables AT para cada circuito en Torre de Paso Aéreo a Subterráneo	2,0	ud.	2.000,0	4.000,0
Terminal Exterior para 245 kV P-III XLPE 2000MCu+T 50 kA	6,0	ud.	10.500,0	63.000,0
Terminal GIS IEC62271 para 245 kV 2000MCu+T 50 kA	6,0	ud.	11.300,0	67.800,0
SISTEMA DE P.A.T DE LAS PANTALLAS				
Caja Tripolar de Puesta a Tierra Directa Cable Unipolar	2,0	ud.	1.360,0	2.720,0
Caja Unipolar de Puesta a Tierra con Descargadores	6,0	ud.	1.600,0	9.600,0
Suministro y acopio de pequeño material para conexionado sistema de p.a.t de las pantallas	1,0	P.A.	1.800,0	1.800,0
SISTEMA DE COMUNICACIONES				
Cable dieléctrico monomodo F.O. 48 fibras	411,6	m	2,0	823,2
Cajas empalme FO 4 entradas	4,0	ud.	609,0	2.435,9
Repartidor Mono 48 FO RACK	2,0	ud.	851,9	1.703,8
Armario telecomunicaciones	2,0	ud.	623,0	1.246,0
APOYOS, ANCLAJES Y ALARGADERAS				
Apoyo tipo S2B con un Cable de Tierra	15.371,0	kg.	2,5	37.659,0
Apoyo tipo S2A2 con un Cable de Tierra	9.687,0	kg.	2,5	23.830,0
Apoyo tipo 22A26	17.523,0	kg.	2,3	40.302,9
Apoyo especial Mistral 270	16.653,0	kg.	2,4	39.634,1
Anclaje para torre tipo S2B con un Cable de Tierra	986,0	kg.	2,3	2.218,5
Anclaje para torre tipo S2A2	361,0	kg.	2,3	812,3
Anclaje para torre tipo 22A26	500,0	kg.	2,3	1.125,0
Anclaje para torre tipo Mistral 270	850,0	kg.	2,4	2.023,0
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA				

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Conductor Al/Aw Gull	3.462,0	kg	3,7	12.913,3
Cable OPGW 17 kA 48FO G652D	1.220,0	m	4,1	4.941,0
AISLAMIENTO				
Aisladores U-120 B	480,0	ud.	15,2	7.310,4
MATERIALES DE TENDIDO				
Amortiguador Stockbridge (21.50-30.00)	48,0	ud.	12,9	621,6
Amortiguador Stockbridge FO (21.50-30.00)	14,0	ud.	11,8	164,5
Baliza Completa Naranja Intern. (600mm) 16.51-20.00	3,0	ud.	49,5	148,5
Cadena Amarre Sencilla Simplex SF2H1126	18,0	ud.	26,0	468,0
Cadena Amarre Doble Simplex SF2H2121	6,0	ud.	89,6	537,7
Conexion Bajada Cable (14.00-18.00)	140,0	ud.	4,2	588,0
Conexion Bajada Cruce (14.00-18.00)	8,0	ud.	5,2	41,2
Conjunto Amarre Cable T/O (15.1-16.99)	8,0	ud.	135,0	1.080,0
Conjunto Amarre Cable Tierra (9.78)	1,0	ud.	61,4	61,4
Contrapeso Conductor 10kg (20.10-26.00)	22,0	ud.	22,0	484,0
Grapa Compresión Horquilla Gull M20	24,0	ud.	31,3	751,2
Grasa Drill para Conector Eléctrico.	4,0	kg	55,0	220,0
Mang. Conjunto Empalme Compresión (Ac 9.78-10.27)	1,0	ud.	13,4	13,4
Mang. Conjunto Empalme Compresión Gull	2,0	ud.	18,0	36,0
Mang. Conjunto Repara Compresión (21.15 25.40)	2,0	ud.	8,7	17,4
Mang. Repara Preformado (24.81 25.81)	2,0	ud.	12,9	25,8
Peldaño de Seguridad Corto para Crucetas	67,0	ud.	6,1	406,0
Peldaño Seguridad M20x200 Tipo 3	150,0	ud.	7,6	1.144,5
Placa Riesgo Eléctrico Ce29 Castellano Plástico	8,0	ud.	2,7	21,2

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Salvapájaros Aspa Largo (14.80-15.40)	253,0	ud.	13,4	3.390,2
Varilla segundo amortiguador C/FO (15.1-16.8)	6,0	ud.	2,1	12,4
TOTAL, MATERIALES				**574.237,4**

6 OBRA CIVIL

OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA

Zanja según plano LSZ001	108,0	m	545,0	58.860,0

OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA

Apertura/ Acondicionamiento Accesos	4,0	ud	3.000,0	12.000,0
Cimentación de apoyo MISTRAL 270. Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	19,0	m3	600,0	11.400,0
Cimentación del Apoyo S2B. Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	1,0	ud	30.144,0	30.144,0
Cimentación del Apoyo S2A2. Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	1,0	ud	30.144,0	30.144,0
Cimentación del Apoyo 22A26. Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	1,0	ud	30.144,0	30.144,0
Instalación de PaT de 4 apoyos	450,0	m	25,0	11.250,0
TOTAL, OBRA CIVIL				**183.942,0**

7 ARMADO E IZADO DE APOYOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

	Armado e izado de 4 apoyos.	59.234,0	kg	1,1	66.460,5
	Conexionado de la PAT al Apoyo	4,0	ud	60,0	240,0
	TOTAL, ARMADO E IZADO DE APOYOS				**66.700,5**

8 TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES

TENDIDO AÉREO

Tendido aéreo de 0,958 km de simple circuito de una línea aérea de 1 conductores por fase y una tensión de 220 kV .	1,0	km	72.395,1	69.354,5
Cruzamientos con Protecciones Madera: Colocación de las protecciones de madera adecuadas para el cruzamiento de caminos, líneas telefónicas, líneas de cable aislado, explotaciones agrícolas y demás puntos a proteger.	10,0	ud.	224,0	2.240,0
Cruzamientos con Protecciones Metálicas: Colocación de protecciones adecuadas para el cruzamiento de todo camino asfaltado, se incluye la autovía, autopista, carreteras y ferrocarriles	1,0	ud.	5.725,0	5.725,0
Cruzamiento de Ríos y embalses	1,0	ud.	951,0	951,0
Colocación de placas de Riesgo eléctrico	8,0	ud.	50,2	401,4
Coloc. Balizas	24,0	ud.	130,0	3.120,0
Coloc. salvapájaros	253,0	ud.	13,1	3.314,3
TOTAL, TENDIDO AÉREO				**85.106,1**

MONTAJE SUBTERRÁNEO

Calibración de los tubos de la línea Subterránea	324,0	m	1,0	324,0
Montaje Andamios en Torre de Paso Aéreo a Subterráneo	2,0	ud.	10.000,0	20.000,0
Montaje Autoválvula 220 kV en Torre de Paso Aéreo a Subterráneo Línea Subterránea	6,0	ud.	2.500,0	15.000,0
Montaje Sistema Puesta a Tierra	2,0	ud.	15.000,0	30.000,0
Montaje Terminal Exterior 220 kV en Torre de Paso Aéreo a Subterráneo Línea Subterránea	6,0	ud.	17.500,0	105.000,0
Montaje Terminal Tipo GIS 220 kV en línea Subterránea	6,0	ud.	12.000,0	72.000,0
Tendido de Cable de "Single Point" 0.6/1 kV en Línea Subterránea	133,0	m	3,0	399,0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

	Tendido de Cable Subterráneo en Sótano GIS	20,0	m	35,0	700,0
	Tendido de Cable Subterráneo en Zanja	324,0	m	15,0	4.860,0
	Tendido de Cable Subterráneo en la Subida a la Torre de Paso Aéreo a Subterráneo	129,0	m	45,0	5.805,0
	Armado e izado de apoyo paso aéreo-subterráneo	80.000,0	kg	1,0	80.000,0
	Tendido cable 48 FO	212,0	m	2,0	424,0
	Confección empalmes cable 48 FO	6,0	ud.	1.000,0	6.000,0
	Montaje repartidor 48 FO	2,0	ud.	1.500,0	3.000,0
	TOTAL, MONTAJE SUBTERRÁNEO				**343.512,0**
	ENSAYOS FINALES				
	Ensayos finales. Incluye ensayo de la cubierta exterior del cable, ensayos de tensión con fuente resonante y medida de descargas parciales en terminales y empalmes.	2	ud.	30.000,0	60.000,0
	Ensayos cable FO	4	ud.	1.500,0	6.000,0
	TOTAL, ENSAYOS FINALES				**66.000,0**
	TOTAL, TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES				**494.618,1**
9	**DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA**				
	Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	19.840,6	19.840,6
	TOTAL, DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				**19.840,6**
10	**PRESUPUESTO DE SEGURIDAD**				
	Presupuesto de seguridad Obra Civil Línea Subterránea	1	ud.	2.595,5	2.595,5
	Presupuesto de seguridad Tendido y Montaje Línea Subterránea	1	ud.	2.567,4	2.567,4
	Presupuesto de seguridad Pruebas Línea Subterránea	1	ud.	1.298,1	1.298,1
	Presupuesto de seguridad Obra Civil Línea Aérea	1	ud.	1.777,2	1.777,2
	Presupuesto de seguridad Armado e Izado de Apoyos	1	ud.	5.018,0	5.018,0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

	Presupuesto de seguridad Tendido Línea Aérea	1	ud.	5.619,2	5.619,2
	TOTAL, PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				**18.875,5**
11	**PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**				
	Presupuesto de gestión de residuos	1	ud.	1.657,0	1.657,0
	TOTAL, PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS				**1.657,0**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

RESUMEN GENERAL

RESUMEN

1	**INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**	4.235 €
2	**INGENIERÍA DE PROYECTO**	12.772 €
3	**GESTIÓN Y TRAMITACIONES**	14.415 €
4	**PERMISOS Y DAÑOS**	44.228 €
5	**MATERIALES**	574.237 €
6	**OBRA CIVIL**	183.942 €
7	**ARMADO E IZADO DE APOYOS**	66.701 €
8	**TENDIDO, MONTAJE Y ENSAYOS FINALES**	494.618 €
9	**DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA**	19.841 €
10	**PRESUPUESTO DE SEGURIDAD**	18.875 €
11	**PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**	1.657
	TOTAL	**1.435.521 €**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ÁLVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de **UN MILLÓN CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS VEINTIÚN EUROS.**

Sevilla, diciembre de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº 12324

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD 4

2 MEMORIA 5

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 5

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA 7

2.3 CONTROL DE ACCESOS 8

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS 8

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA 12

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 17

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos 18

2.6.2 Organización de la Seguridad 19

2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra 19

2.6.4 Formación 20

2.6.5 Medicina Preventiva 21

2.6.6 Medios de Protección 21

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR) 21

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA 22

2.8.1 Vías de Evacuación 22

2.8.2 Iluminación 22

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía 22

2.8.4 Ventilación 22

2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos 23

2.8.6 Detección y lucha contra incendios 23

2.8.7 Primeros auxilios 23

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD 24
3 PLIEGO DE CONDICIONES 25
3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 25
3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE 25
4 CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS 27
4.1 CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 27
4.2 ENTIBACIÓN 27
4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES 28
4.4 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA 29
4.5 SEÑALES GESTUALES 30
4.6 CROQUIS DE LÍNEAS AÉREAS 32
4.7 ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD 37
4.8 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA 40
4.9 SEÑALES GESTUALES 41
4.10 PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS 42
5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD 44

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

Este estudio establece las medidas de seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la línea aérea-subterránea de transporte de energía eléctrica a 220 kV de simple circuito “E/S SE Foradada de la línea Escalona – Sesué 220 kV”.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

Red Eléctrica se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2 MEMORIA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste en la construcción de dos líneas aéreo-subterráneas simple circuito a 220 kV desde el apoyo T-124 para la línea Escalona y desde el apoyo T-65 para la línea Sesué en el término municipal de Foradada del Toscar a la futura subestación de Foradada en el término municipal de Foradada del Toscar.

La obra está situada en la provincia de Huesca.

La línea a construir consta de dos tramos subterráneos y otros dos tramos aéreos.

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Ejecución o adecuación de los accesos a cada punto de implantación de los apoyos para el acceso de la maquinaria y vehículos necesarios para su ejecución.
- La ejecución de las cimentaciones de las patas de los apoyos. Esta actividad comprende excavación, colocación de anclajes y red de tierras, y hormigonado.
- Excavación y hormigonado de la zanja.
- Armado e izado de las torres. Esta actividad comprende el acopio en el apoyo de los elementos modulares, su montaje en suelo para izado posterior con autogrúa o su izado progresivo en caso de uso de pluma, y el repaso y graneteado de las torres.
- Tendido. Esta actividad comprende la colocación de poleas y cadenas de suspensión, la protección de cruzamientos, la colocación de las máquinas de freno y tiro, el tendido de piloto y conductor y cable de tierra o fibra óptica, engrapado de las torres y cierres de puentes.
- Tendido del cable subterráneo.
- Conexionado del cable.
- Pruebas y puesta en servicio de la línea.

La línea objeto del siguiente Proyecto de Ejecución consta de 4 apoyos, siendo su longitud de 0,986 km de tramos aéreos y 0,108 km de tramos subterráneos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Conductores	Número de circuitos = UNO. Tres fases de cable aislado RHZ1-RA+2OL (AS) 127/220 kV 1x2000M+T375Al
Cable compuesto tierra óptico	Cable de fibra óptica monomodo de 48 fibras
Canalización	Zanja entubada hormigonada simple circuito (800 mm x 1800 mm) y doble circuito (1800 mm x 1800 mm)

La excavación en el tramo subterráneo será según la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad (m)	Total, excavación (m^3)
Zanja simple circuito (m)	71	102,96
Zanja doble circuito (m)	14	45,36

El tramo aéreo consta de 4 apoyos, siendo su longitud de 0,986 km.

Apoyos	de celosía, simple circuito, normalización Red Eléctrica, S2, 22 y apoyo especial de fabricante tipo MISTRAL
Conductores	Núm. circuitos =1. Tres fases Símplex CONDUCTOR AL/AW GULL por circuito.
Cable compuesto tierra óptico	OPGW 48 FO de 17 kA
Aislamiento	Vidrio
Cimentaciones	Zapatas individuales

La totalidad de los apoyos, cimentaciones y pesos se distribuye según la tabla siguiente.

Modelo	Altura	Nº Apoyos	Peso (Tm)	Cimentación (m^3)
APOYO S2B 1CT	A0	1	15,371	13,48
APOYO 22A26	AD	1	17,523	13,36
APOYO MISTRAL 270	27	1	16,653	19
APOYO S2A2 1CT	AC	1	9,687	11,04
	TOTAL	4	59,234	56,88

La altura de los apoyos varía entre 32,2 y 55,2 metros

La longitud de los vanos a tender varía entre un mínimo de 100,7 metros y un máximo de 553,4 metros.

Distribución del nº de vanos por su longitud	
< de 200 m	2
de 200 m a 400 m	1
de 400 m a 600 m	1
> de 600 m	0

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

En función de datos estadísticos de obras similares y según consta en el Proyecto para esta obra se considera que los trabajos requerirán los siguientes capítulos:

Actividad	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra Civil	184	440	2
Armado e Izado	67	432	2
Tendido	495	1.236	4
Presupuesto adjudicado	**745**	Kilo€uros	
Volumen mano de obra	**2.108**	Jornadas - hombre	
Punta de trabajadores	**70**	Trabajadores	

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 kiloeuros
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.3 CONTROL DE ACCESOS

Deberá señalizarse toda la excavación con elementos adecuados para la intemperie. Si se establece la existencia de lugares de paso, estarán protegidos con elementos de resistencia garantizada.

Se colocará la señalización adecuada a lo largo de las excavaciones y para informar al personal ajeno de la prohibición de acceder a la obra.

En la parte aérea, dado que la situación de la línea está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, se realizará señalización de las zonas de trabajo para evitar interferencias de personal ajeno a la obra.

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del Departamento de Apoyo a la Construcción.

En caso de que se detectará la existencia de otras infraestructuras subterráneas o canalizaciones, se deberán mantener las siguientes distancias mínimas:

Canalizaciones de Agua	Canalizaciones de Gas	Cables Telecomunicaciones	Otros Cables de Energía Eléctrica
0,20 m.	0,40 m.	0,20 m.	0,25 m.

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

Los trabajos de obra civil de las cimentaciones, armado e izado de los apoyos y tendido de los cables no estarán interferidos entre sí al ser cada uno tarea siguiente de la anterior.

Los trabajos mencionados, aunque se realicen por varias Empresas, no se interferirán entre sí por ejecutarse en lugares geográficamente distintos, sin compartir siquiera las vías de accesos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Los trabajos de obra civil y armado e izado de los apoyos, se realizarán sin que resulten afectados por otras instalaciones eléctricas existentes en la zona.

Los trabajos de tendido de conductores quedaran afectados por la existencia de líneas eléctricas y otras infraestructuras existentes en la zona. La actuación en prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

La relación de cruzamientos previstos para el tramo aéreo:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – SESUÉ

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-64	CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	283138	4698342
2-1	2	T-65BIS	CARRETERA	N-260	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	411+500	Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282956	4698003

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- L/220kV FORADADA – ESCALONA

Relación de cruzamientos										COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	**Nº de alineación**	**Apoyo inicio**	**Tipo de cruzamiento**	**Descripción del cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1-1	1	T-1N	ARROYO	Arroyo innominado	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-1	2	T-124BIS	BARRANCO	Barranco de Fontanals	Confederación Hidrográfica del Ebro		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282634	4698017
2-2			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	282013	4698307
2-3			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281844	4698415
2-4			CAMINO	Camino	Ayto. de Foradada del Toscar		Aragón	Huesca	Foradada del Toscar	281817	4698432

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Zanja hormigonada

La zanja tipo tendrá unas dimensiones de 1800 mm de anchura y 1450 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad según ET140.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada. En las líneas de simple circuito el separador de los tubos se instalará cada metro cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE010 incluido en el Documento 3 - Planos.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar un tubo de polietileno de 160 mm de diámetro exterior donde se instalarán en su interior 3 monotubos de polietileno de 1x40 mm de diámetro exterior. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán 2 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro exterior sujetando cada tubo en separadores alternos, de tal forma que el separador en su instalación se gira alternativamente quedando el testigo con un tubo en un soporte a la derecha y en el siguiente soporte a la izquierda.

Los monotubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verific

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia, acompañamiento y tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones una cuerda guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de ø ≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg para tubos destinados a cables de potencia. Los monotubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de ø ≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, los tubos de los cables de compañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones se procederá al hormigonado de los mismos hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano nº LSZ001 y LSZ002 incluidos en el Documento 3 - Planos.

Durante el vertido se emplearán los medios necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma sin bolsas de aire o coqueras, no estando permitido el empleo de vibradores mecánicos salvo autorización expresa de Red Eléctrica. Se deberá prestar especial atención en no verter hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa la masa al caer desde el camión hormigonera.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Asimismo, se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda o bridas de plástico para este cometido.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de diámetro 160 mm para telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de “terreno adecuado” y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P,M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según ET141

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La reposición de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de Red Eléctrica, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y Red Eléctrica indiquen otra cosa. Será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).

Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

Una vez se haya finalizado la ejecución de la zanja tubular hormigonada, se instalarán 3 monotubos 1x40 mm de telecomunicaciones en el interior de cada uno de los 2 tubos de diámetro 160 mm mediante subconductado entre extremos de arquetas dobles de telecomunicaciones.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Cámaras de empalmes

Las cámaras de empalme tienen como objeto albergar en su interior los empalmes de los cables eléctricos de alta tensión.

Las cámaras de empalme previsto instalar serán de los siguientes tipos:

- Cámara de empalme registrable SC (Simple Circuito)

Las cámaras de empalme podrán ser prefabricadas de hormigón armado o ejecutarse in-situ.

Una vez ejecutada la cámara de empalme se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara y a la ejecución de los anillos exteriores que constituyen el sistema de puesta a tierra de la cámara.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Obra civil apoyos

Consiste en la realización de las cimentaciones para los apoyos.

La explanación del terreno donde se ubicarán las patas de los apoyos se realizará preferentemente con maquinaria frontal.

La excavación se realizará por medios mecánicos, manuales o combinados.

Acopio

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación estable y de allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

Armado e izado

En esta fase se realiza la unión de las piezas (barras y cartelas) mediante tornillos formando paneles o módulos que luego serán izados y ensamblados en alturas o bien se armará toda la torre en el suelo para luego ser izada toda ella.

Tendido

En esta fase se tenderán los cables colgando de sus cadenas de herrajes.

Posteriormente se procederá al regulado y engrapado y por último a la colocación de componentes en los cables.

El tendido de los cables subterráneos consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización.

El manejo de la bobina de cable se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la misma rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabestrante. Tanto el cabestrante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Conexionado

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo de paso aéreo-subterráneo, estos irán sujetos mediante las abrazaderas correspondientes al apoyo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos. Los cables irán protegidos hasta una altura mínima de 3 metros sobre el suelo.

Puesta en Servicio

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la nueva línea “L/ 220kV Foradada – Escalona y Foradada - Sesué”.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”

No obstante, se consideran Riesgos Generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de hoyos cimentaciones
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura)
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

Situaciones pormenorizadas de riesgo

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones, ya sean las de carácter legal o la normativa interna de Red Eléctrica.

Asimismo, deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

2.6.2 Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante, sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, Red Eléctrica en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad https://www.cogitise.es/verifica

2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

Dar las debidas instrucciones a los empleados.

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre Red Eléctrica y el Contratista.

Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.6.4 Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante, en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

2.6.5 Medicina Preventiva

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento Red Eléctrica podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifirma

2.6.6 Medios de Protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de Evacuación

Dadas las características de la obra, línea aérea-subterránea no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.4 Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra. .

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificará para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo, ...), sin la protección adecuada.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2.8.6 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.

La obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

2.8.7 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primero auxilios. Asimismo, siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- Ley 54/03 de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 171/04 de 30 de enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre equipos de trabajo.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE

La ejecución de la obra queda igualmente condicionada por la normativa de Red Eléctrica que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

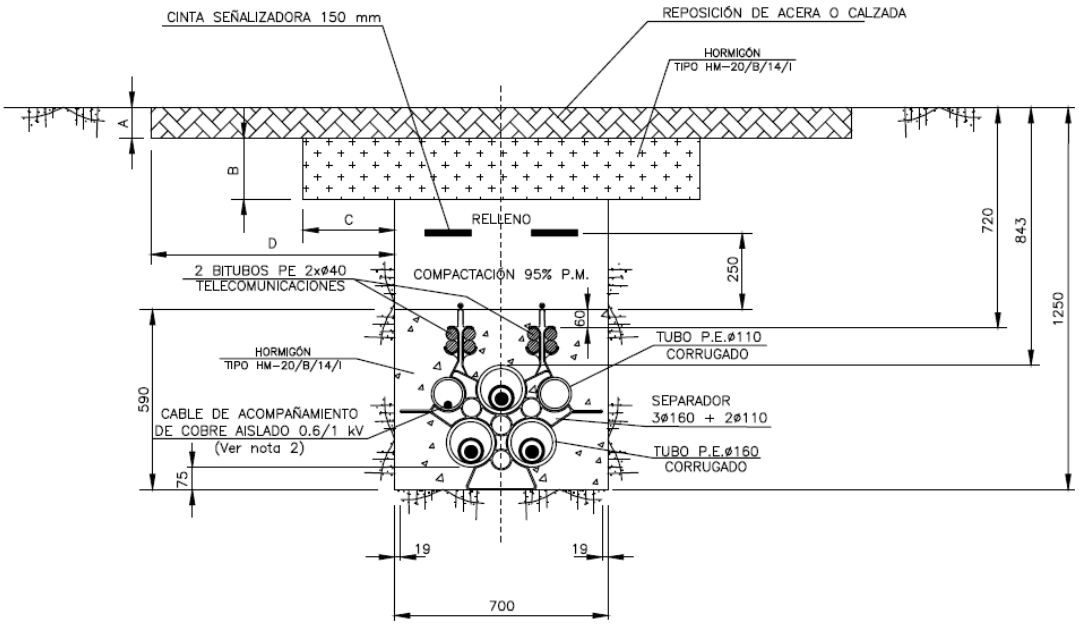
- TM001. Organización de los Trabajos en instalaciones eléctricas de A.T.
- IM001. Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión
- IM002. Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.
- IM016. Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos
- IM017. Seguridad en trabajos en cimentaciones de apoyos en líneas.
- IM018. Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos en líneas.

- IM021. Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de A.T.
- IM030. Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.
- IM031. Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IM043. Seguridad en los trabajos en conductores y cables de tierra de líneas de alta tensión.
- AM004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas
- AM005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- AM011. Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022. Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- AM024. Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- EA001. Gestión de aceite y equipos con aceite al final de su vida útil.
- EA004. Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.
- IA001. Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009. Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018. Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4 CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS

4.1 CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

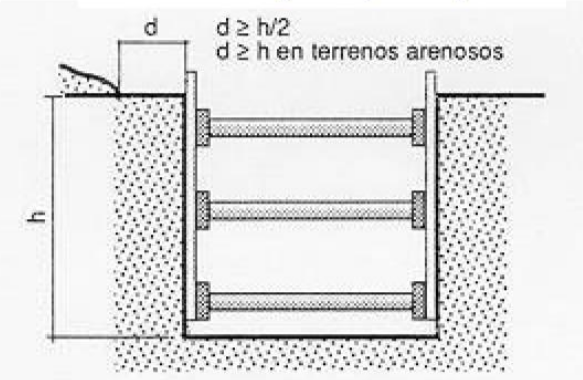


4.2 ENTIBACIÓN

En el siguiente apartado se pueden observar ejemplos de entibación de canalizaciones subterráneas.

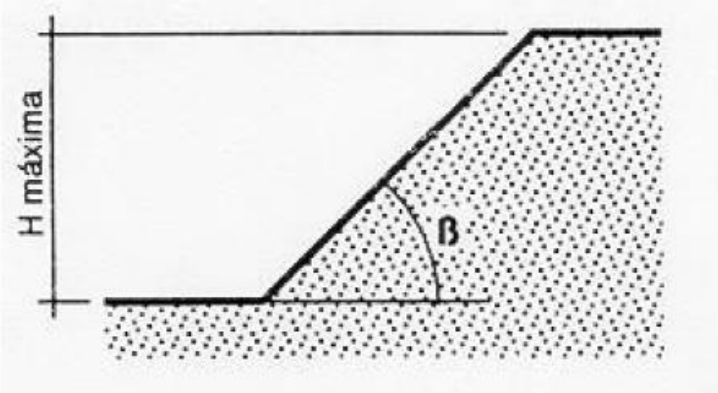
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

d = distancia de seguridad para acopios



4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES

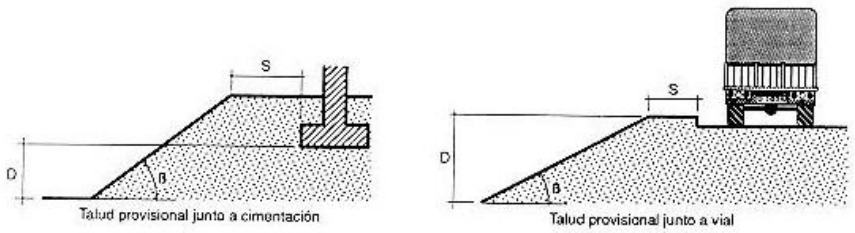
En la siguiente tabla se puede determinar la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones y distancias de seguridad para cargas próximas.



Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	>= 0,750
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



Determinación de la distancia de seguridad "s" para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	β > 60°	β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

4.4 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

4.5 SEÑALES GESTUALES

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

GESTOS GENERALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados , las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

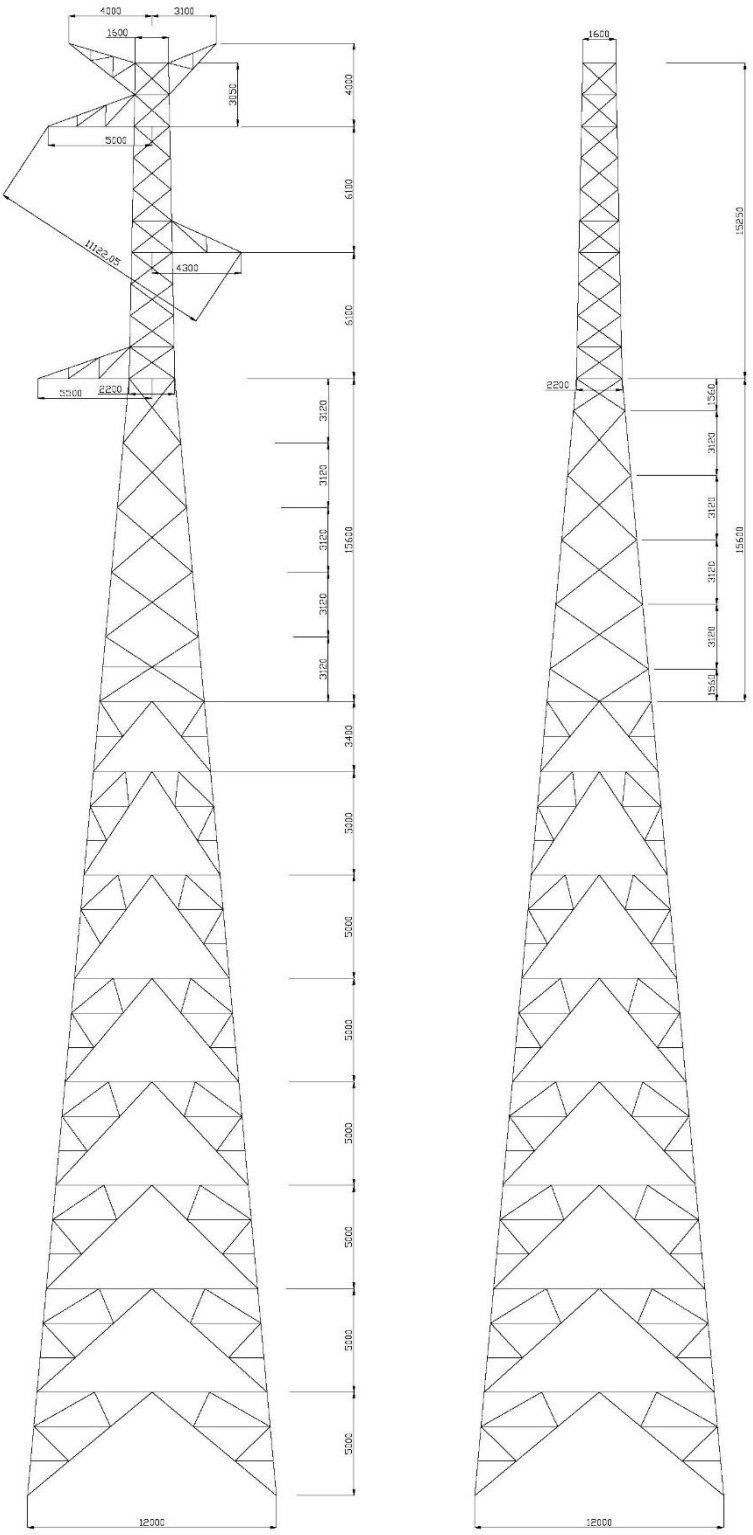
PELIGRO		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.6 CROQUIS DE LÍNEAS AÉREAS

El esquema de los apoyos a utilizar en la línea aérea de transporte eléctrico objeto del presente proyecto son los siguientes:

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



0	Nov.-22	M.C.S.	R.P.M.	CREACIÓN DE PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

red eléctrica

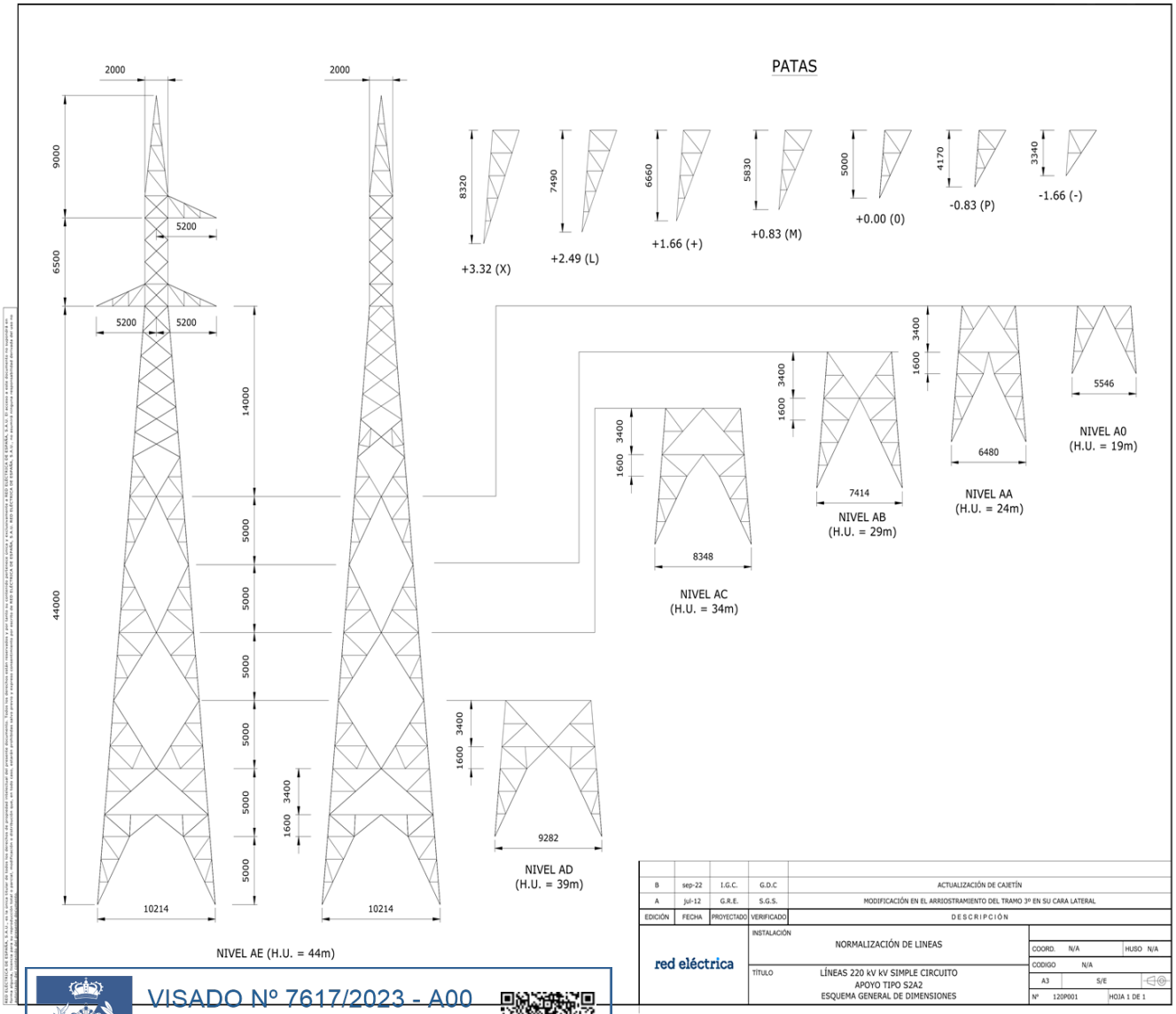
INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: LINEA 2 CIRCUITOS , 220 kV
APOYO TIPO 22A26 , ANGULO 26 °
ESQUEMA

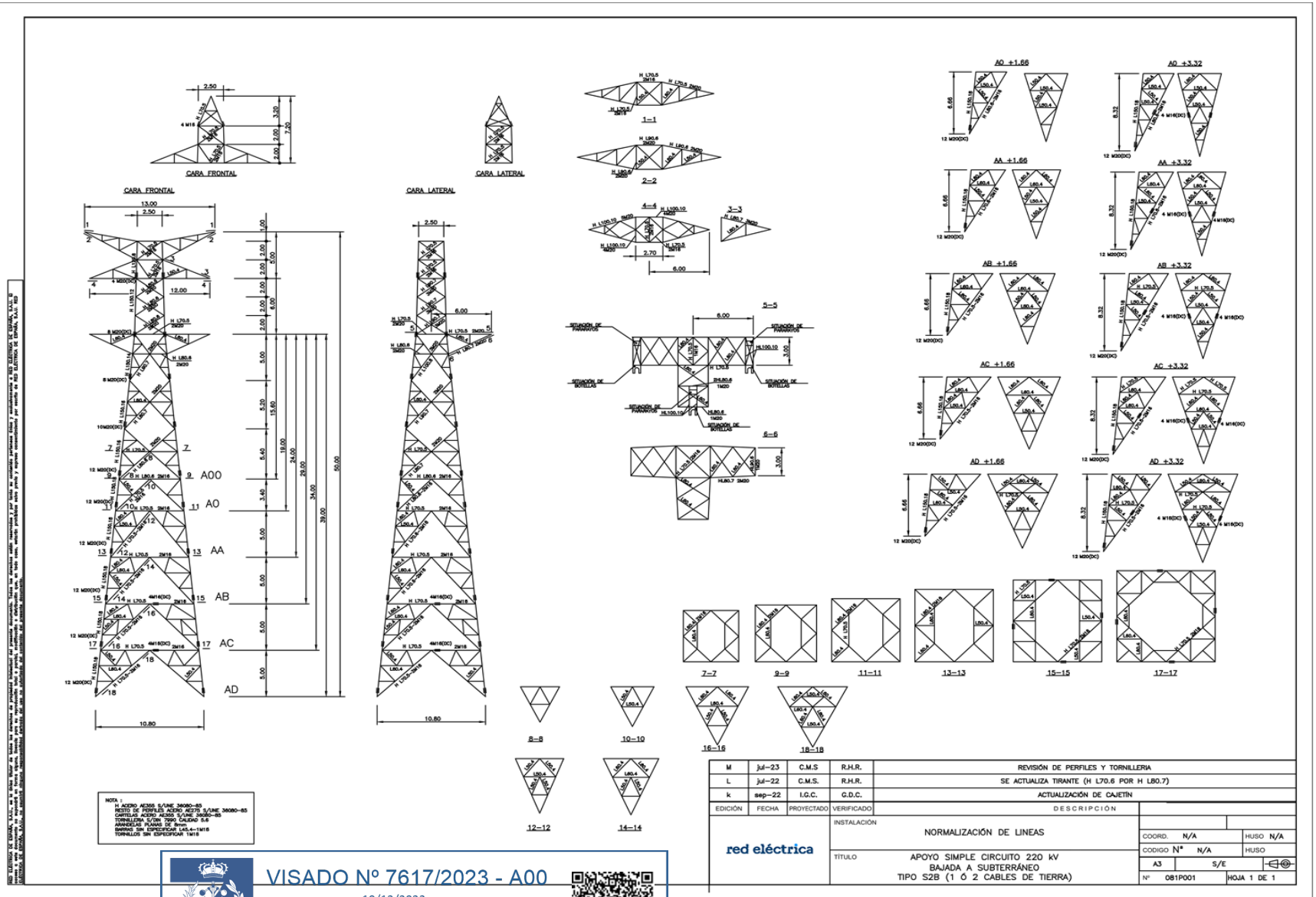
COORD.	N/A	HUSO	N/A
CODIGO	N/A		
A4V	S/E		
Nº	425P001	HOJA	1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en lo sucesivo REE, se reserva todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece a REE. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en ningún caso, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estará prohibida salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 - ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
M	jul–23	C.M.S	R.H.R.	REVISIÓN DE PERFILES Y TORNILLERIA
L	jul–22	C.M.S.	R.H.R.	SE ACTUALIZA TIRANTE (H L70.6 POR H L80.7)
k	sep–22	I.G.C.	G.D.C.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN

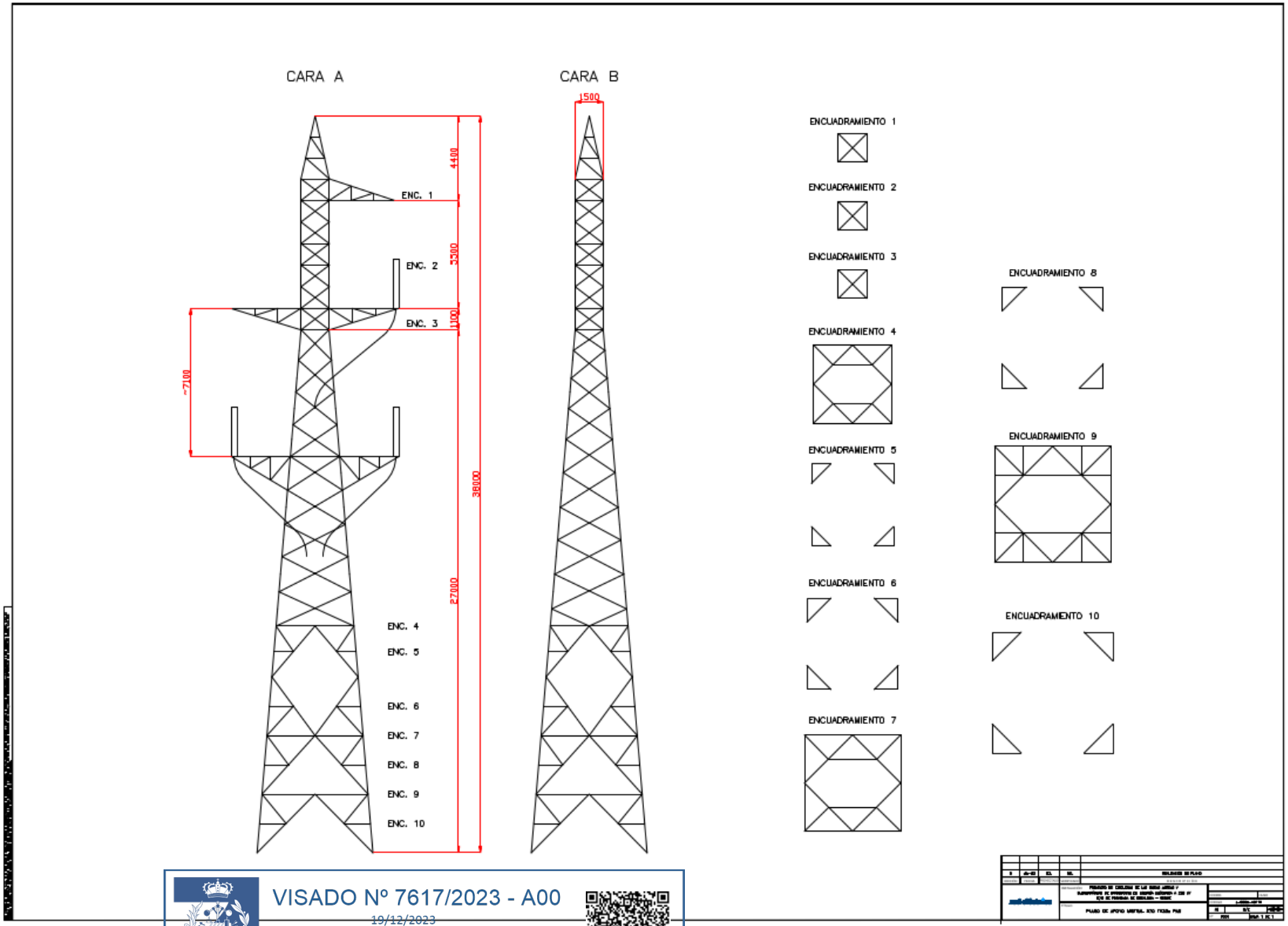
red eléctrica

INSTALACIÓN: NORMALIZACIÓN DE LINEAS

TÍTULO: APOYO SIMPLE CIRCUITO 220 kV
BAJADA A SUBTERRÁNEO
TIPO S2B (1 Ó 2 CABLES DE TIERRA)

COORD. N/A | HUSO N/A
CODIGO Nº N/A | HUSO
A3 | S/E
Nº 081P001 | HOJA 1 DE 1

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica



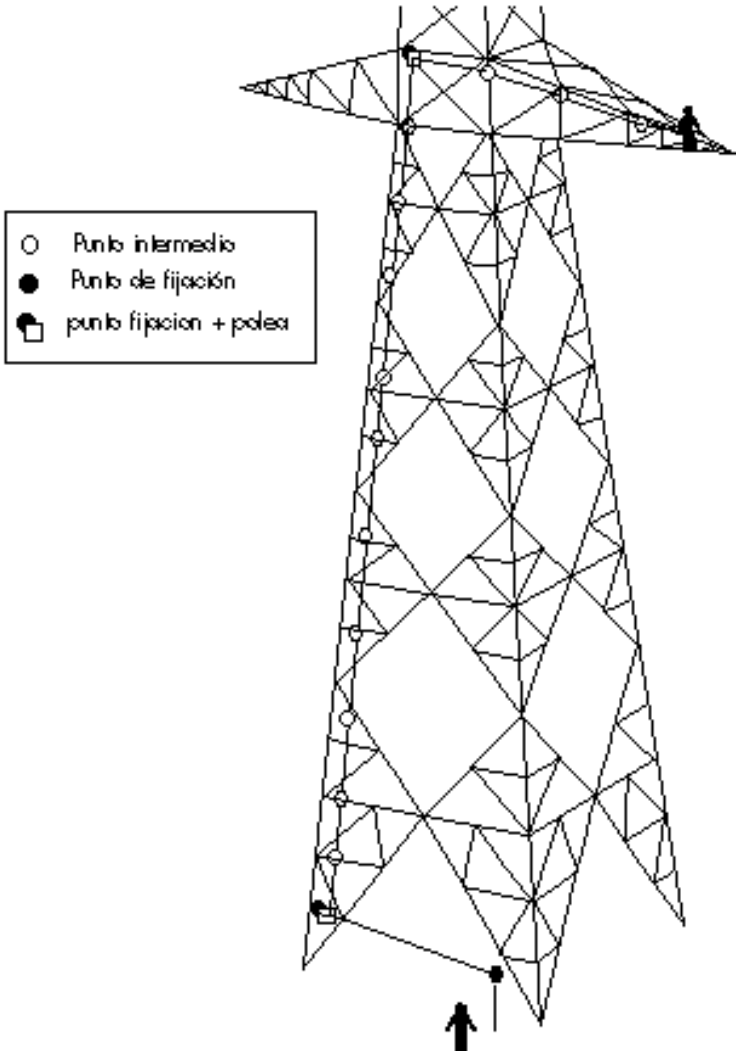
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.7 ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD

Línea de seguridad simple.

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de Línea de Seguridad no requiere fijar la cuerda (fig. 1)

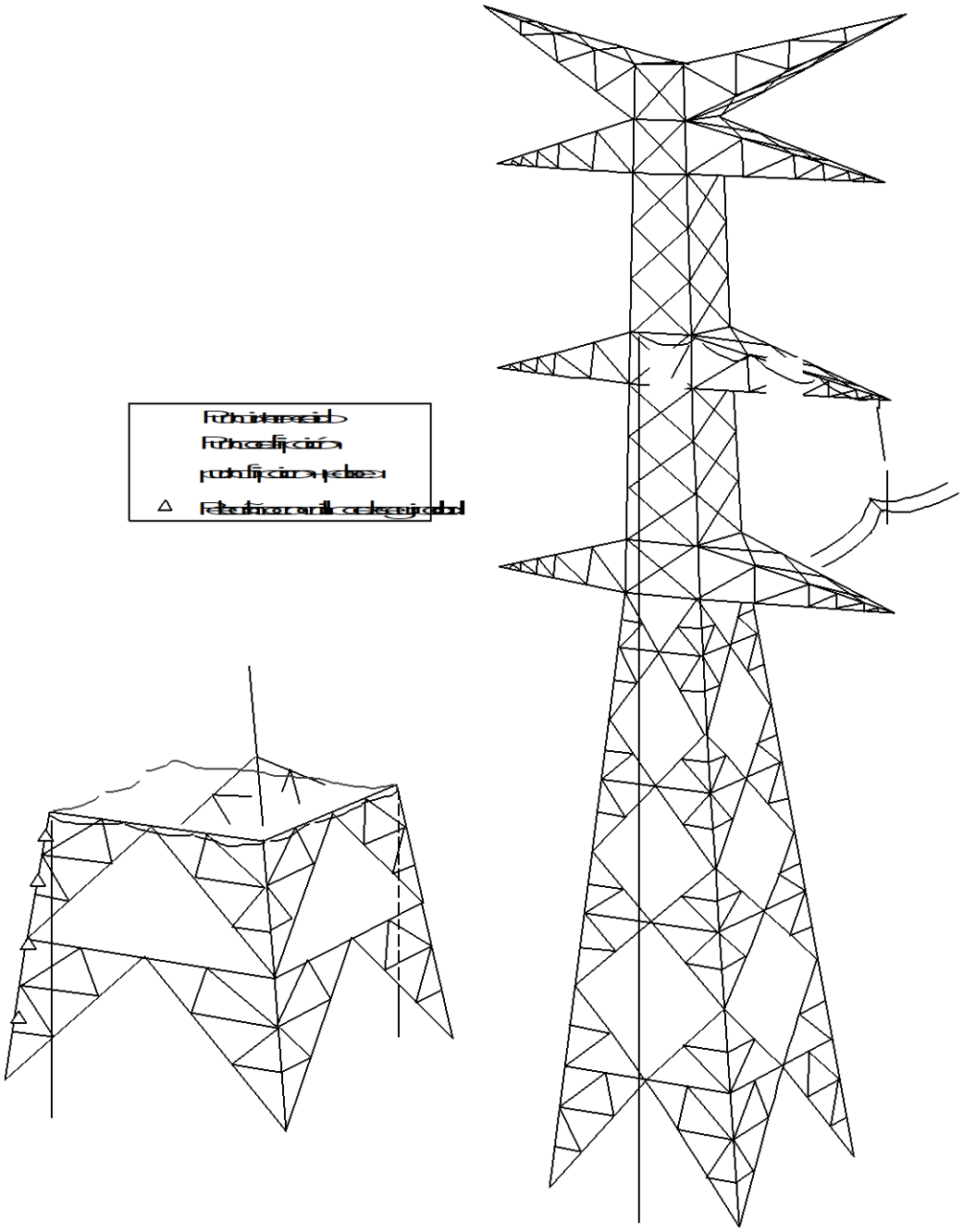
Fig. 1 Linea de Seguridad simple



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

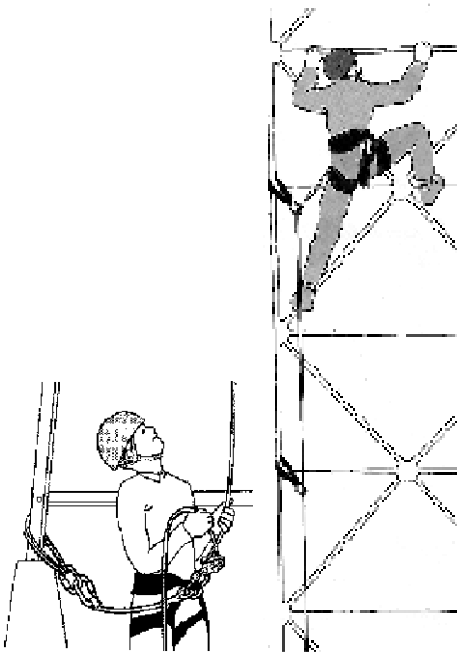
Línea de seguridad clásica

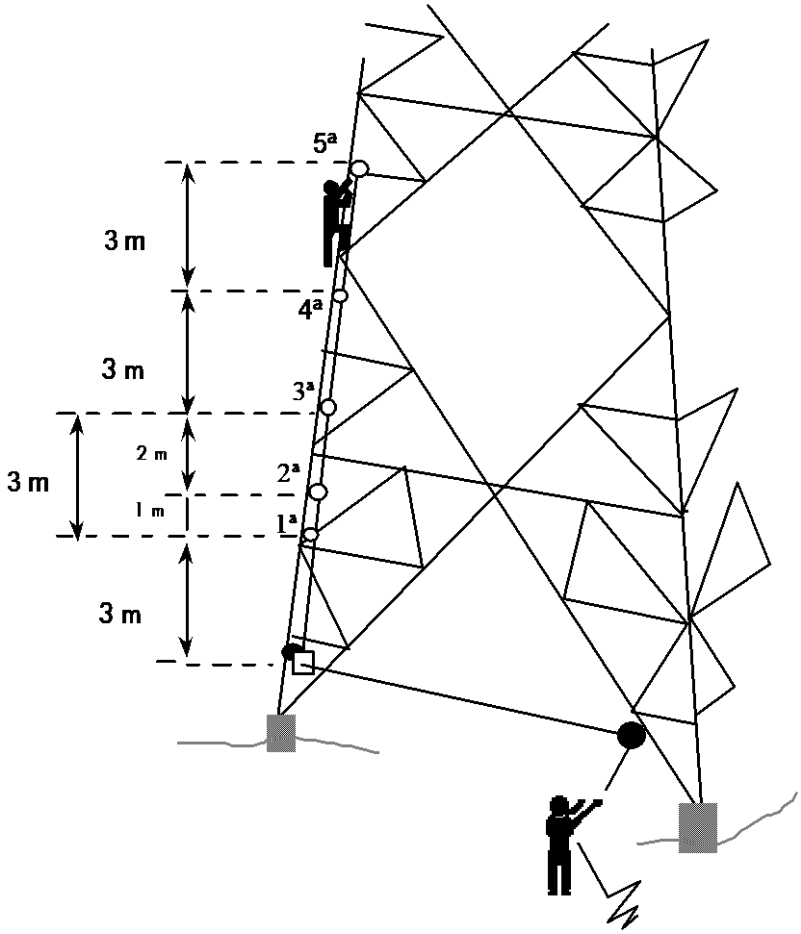
Se utiliza cuando la intervención en el apoyo requiere de varios operarios para trabajar en la misma actividad. Esta instalación, una vez fijada, permite a todos los operarios acceder, desplazarse, efectuar su trabajo y descender del lugar de intervención permanentemente asegurados



COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Instalación de la línea de seguridad





COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.8 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.9 SEÑALES GESTUALES

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

GESTOS GENERALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

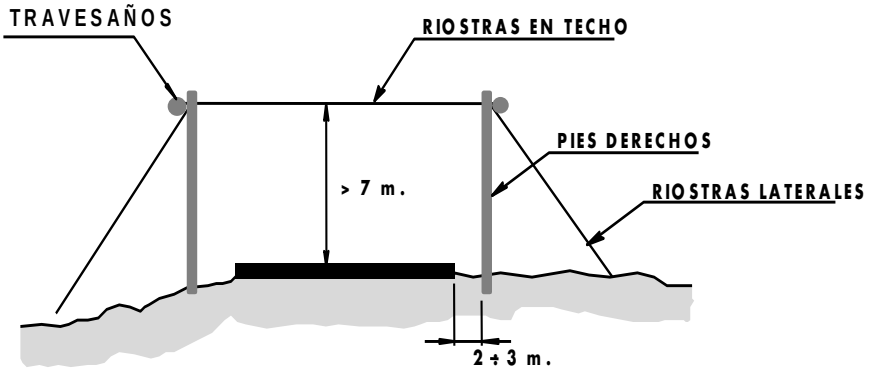
MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados , las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

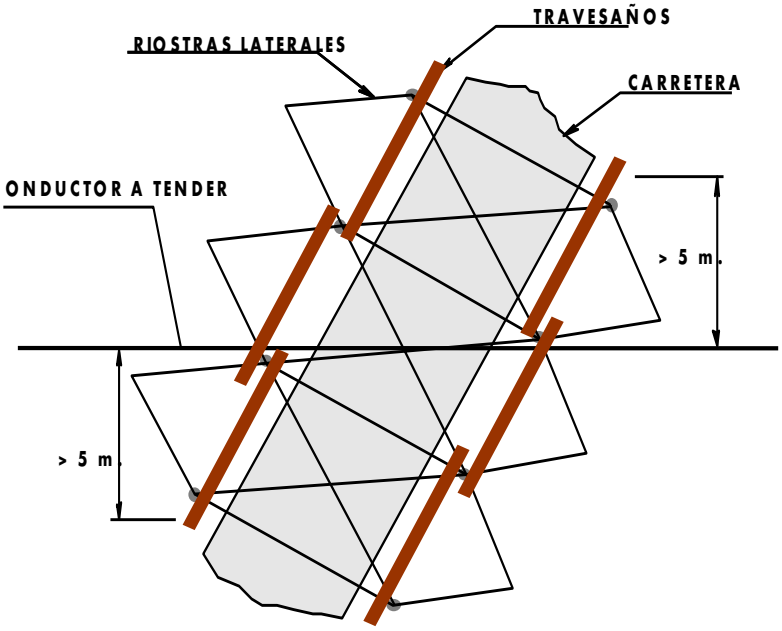
PELIGRO		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.10 PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS

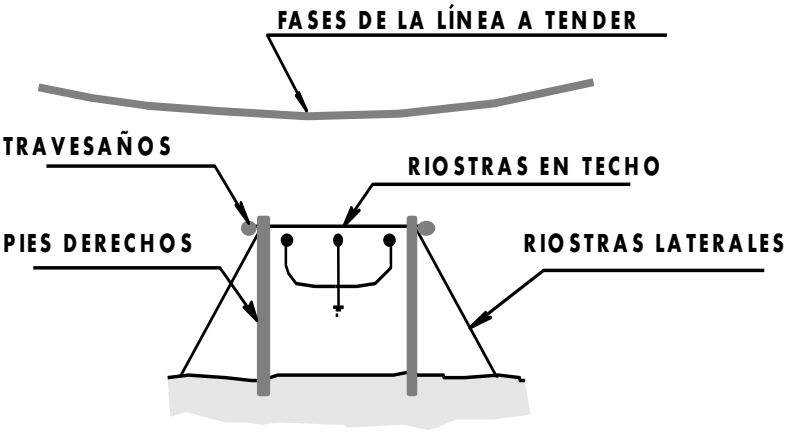
Protecciones de madera sobre carreteras, autopistas y ff.cc. sin electrificar

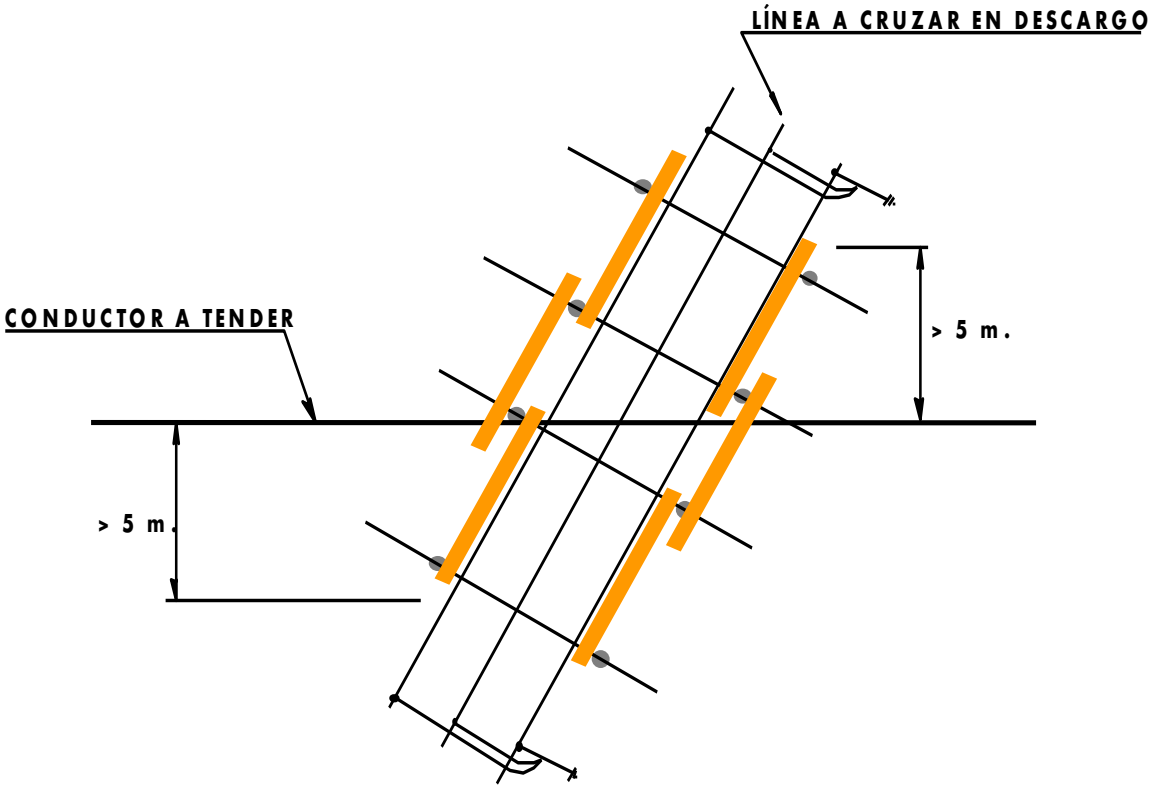




COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Protecciones sobre líneas de A.T en descargo





COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Fase de trabajo:	**Obra Civil Línea Subterránea**
Duración del trabajo: (meses)	1
Operarios previstos:	10
Operarios nuevos previstos:	2

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	2	5,1	10,2
2	Gafas antiimpactos.	2	3	4,8	14,3
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	21	0,1	2,3
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	11	4,4	48,2
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	2	38,4	76,9
8	Ropa de trabajo	2	3	69,2	207,7
9	Trajes impermeables.	1	2	28,3	56,7
				Coste Parcial	**522,6**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0,1	10,0
2	Capuchones protección ferralla	100	0,3	30,1
3	Botiquín primeros auxilios	2	18,0	36,1
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0,2	253,8	50,8
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30,8	184,8
			Coste Parcial	**311,7**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	20	34,0	680,0
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2
			Coste Parcial	**741,2**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	30	34,0	1.020,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**1.020,0**

Cotes Total Excavación y Hormigonado **2.595,5**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Fase de trabajo:	**Tendido y Montaje**
Duración del trabajo: (meses)	1
Total Operarios previstos:	7
Operarios nuevos previstos:	2

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	2	42,3	84,6
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	0	146,1	-
3	Dispositivo anticaida deslizante y compl.	0,5	0	90,3	-
5	Guantes de montador	12	10	4,4	43,8
6	Botas de seguridad	2	2	46,6	93,2
7	Ropa de trabajo	1,25	1	69,2	69,2
8	Traje impermeable	2	2	28,3	56,7
				Coste Parcial	**347,5**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	88	11	1,1	11,9
2	Complementos para Línea de Seg.	3,5	1	28,8	28,8
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0,5	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
				Coste Parcial	**693,6**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	14	34,0	476,0
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2
			Coste Parcial	**537,2**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	29,0909091	34,0	989,1
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**989,1**

Coste Total Tendido **2.567,4**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Fase de trabajo:	**Pruebas**
Duración del trabajo: (meses)	1
Total Operarios previstos:	3
Operarios nuevos previstos:	1

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	0	42,3	-
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	0	146,1	-
3	Dispositivo anticaida deslizante y compl.	0,5	0	90,3	-
5	Guantes de montador	12	2	4,4	8,8
6	Botas de seguridad	2	0	46,6	-
7	Ropa de trabajo	1,25	0	69,2	-
8	Traje impermeable	2	0	28,3	-
				Coste Parcial	**8,8**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	38	2	1,1	2,2
2	Complementos para Línea de Seg.	1,5	1	28,8	28,8
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	0,5	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
				Coste Parcial	**683,9**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	6	34,0	204,0
2	Reconocimientos médicos	1	30,6	30,6
			Coste Parcial	**234,6**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	10,90909091	34,0	370,9
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**370,9**

Coste Total Tendido **1.298,1**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Fase de trabajo:	**Obra Civil Línea Aérea**
Duración del trabajo: (meses)	1
Operarios previstos:	5
Operarios nuevos previstos:	3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	1	5,1	5,1
2	Gafas antiimpactos.	2	2	4,8	9,6
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	11	0,1	1,2
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	6	4,4	26,3
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	1	38,4	38,4
8	Ropa de trabajo	2	2	69,2	138,5
9	Trajes impermeables.	1	1	28,3	28,3
				Coste Parcial	**353,7**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0,1	10,0
2	Capuchones protección ferralla	100	0,3	30,1
3	Botiquín primeros auxilios	2	18,0	36,1
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0,2	253,8	50,8
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30,8	184,8
			Coste Parcial	**311,7**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	10	34,0	340,0
2	Reconocimientos médicos	3	30,6	91,8
			Coste Parcial	**431,8**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	20	34,0	680,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**680,0**

Cotes Total Excavación y Hormigonado **1.777,2**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Fase de trabajo:	**Armado e izado**
Duración del trabajo (meses):	2
Total operarios previstos:	12

Material de asignación personal		Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Casco de protección con barboquejo	2	3	42,3	127
2	Gafas de protección antiimpactos	3	5	4,8	24,0
3	Arnés de seguridad homologado	0,5	1	146,1	146,0
4	Dispositivo anticaida deslizante	0,5	1	90,3	90,0
5	Guantes de montador	12	20	4,4	88,0
6	Botas de seguridad	2	3	46,6	140,0
7	Ropa de trabajo	1,25	2	69,2	138,0
8	Trajes impermeables	1	2	28,3	57,0
				Coste Parcial	**810,0**

Material de asignación colectiva		Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Cuerdas dispositivo anticaida	3250	444	1,08	480
2	Botiquín primeros auxilios	5	2	18,0	30,0
3	Camilla evacuación accidentados	5	2	253,8	427,0
4	Extintores	5	2	30,8	52,0
				Coste Parcial	**989,0**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	24	34,0	816,0
2	Reconocimientos médicos	24	30,6	734,0
			Coste Parcial	**1.550,0**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	49	34,0	1.669,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**1.669,0**

Coste Total Armado e Izado (€) **5.018,0**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Fase de trabajo:	**Tendido y Engrapado**
Duración del trabajo: (meses)	2
Total Operarios previstos:	22
Operarios nuevos previstos:	3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	6	42,3	253,8
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	2	146,1	292,2
3	Dispositivo anticaida deslizante y compl.	0,5	2	90,3	180,6
5	Guantes de montador	12	36	4,4	157,7
6	Botas de seguridad	2	6	46,6	279,5
7	Ropa de trabajo	1,25	4	69,2	277,0
8	Traje impermeable	2	6	28,3	170,0
				Coste Parcial	**1.610,7**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	275	38	1,1	41,1
2	Complementos para Línea de Seg.	11	2	28,8	57,5
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	2,75	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	18,0
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
				Coste Parcial	**751,6**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	44	34,0	1.496,0
2	Reconocimientos médicos	3	30,6	91,8
			Coste Parcial	**1.587,8**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	49,09	34,0	1.669,1
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**1.669,1**

Coste Total Tendido **5.619,2**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Resumen Presupuestos (€)

	Nº Kms. Traza
	1,066

	Obra Civil Subterráneo	Tendido Subterráneo	Pruebas y ensayos	Obra Civil Aéreo	Armado e Izado	Tendido y Engrapado
Material de asignación personal	523	347	9	354	810	1.611
Material de asignación colectiva	312	694	684	312	989	752
Formación + Medicina preventiva	741	537	235	432	1.550	1.588
Control de la Seguridad	1.020	989	371	680	1.669	1.669
Total	**2.596**	**2.567**	**1.298**	**1.777**	**5.018**	**5.619**
Cantidad Total Presupuestada			**18.875 €**			
Coste por km	**2.435 €**	**2.408 €**	**1.218 €**	**1.667 €**	**4.707 €**	**5.271 €**

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: **DIECIOCHO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS.**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/validez

Sevilla, diciembre de 2023

El ingeniero técnico industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 6
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 6

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA 3

1.1 JUSTIFICACIÓN 3

1.2 AFECCIONES 4

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 6

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS 11

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA

RED ELECTRICA DE ESPAÑA S.A.U. en adelante RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este Proyecto de Ejecución, el presente anexo de afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa, en lo relativo a los bienes y derechos afectados por el procedimiento de expropiación forzosa del pleno dominio o para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios, en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

Asimismo, a los efectos del artículo 56.2 de la citada Ley 24/2013, en la citada relación de bienes y derechos, se mencionan los terrenos de dominio, uso o servicio público, o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos, así como otros bienes o derechos pertenecientes a organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas.

En el correspondiente expediente administrativo RED ELÉCTRICA asumirá la condición de entidad beneficiaria.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.1 JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir dos líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, de simple circuito a 220 kV, L/220kV Foradada – Sesué con un tramo aéreo de 0,433km y un tramo subterráneo de 0,047km y otra L/220kV Foradada – Escalona con un tramo aéreo de 0,553km y un tramo subterráneo de 0,061km, que conectará la subestación Foradada, situada en el término municipal de Foradada del Toscar (provincia de Huesca), con las subestaciones de Sesué y Escalona sitas respectivamente en los términos municipales de Sesué y Escalona (provincia de Huesca).

La citada actuación se encuentra recogida en el documento de «Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobada mediante

Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha 8 de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022). Dicha instalación está incluida en la citada Planificación con el nombre E/S en Foradada, de Sesué - Escalona 220 kV.

1.2 AFECCIONES

El establecimiento de la línea aérea L/220kV Foradada – Sesué y la L/220kV Foradada – Escalona, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica, con el alcance y efectos establecidos en el art. 56 y siguientes de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico (LSE) y en el artículo 149.1 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el citado Real Decreto 1955/2000 y en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

En virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013 (LSE) y en lo que resulte de aplicación del artículo 158 del Real Decreto 1955/2000, la servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal y comprenderá las siguientes afecciones:

a) **El vuelo sobre el predio sirviente**: consistente en el paso aéreo de los cables conductores sobre los terrenos afectados, definiéndose la misma como la proyección sobre el terreno de los conductores extremos en las condiciones más desfavorables, habiéndose tomado esas condiciones como viento de 120 km/h a 15 ºC de temperatura.

b) **El establecimiento de postes, torres o apoyos fijos para la sustentación de cables conductores de energía:** consistente en la ocupación de la superficie de terreno por los apoyos de sustentación de la línea y su correspondiente anillo circular subterráneo de puesta a tierra.

c) **El derecho de paso o acceso para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario,** esto es, la concreción del derecho de paso de personas y vehículos sobre aquellas fincas cuya afección resulta necesaria al objeto de posibilitar el

acceso a los apoyos, tanto para la construcción, como para la vigilancia, conservación y reparación de la instalación eléctrica proyectada.

d) **La ocupación temporal de los terrenos u otros bienes, en su caso, necesarios para la** construcción, vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones.

e) **Zona de seguridad** es la zona de protección de la línea, definida a partir del límite de la zona de servidumbre de vuelo descrita en el apartado a), a ambos lados de cada proyección, con la distancia de seguridad establecida en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de la instalación proyectada del tramo subterráneo son las siguientes:

- **Servidumbre permanente** de paso de la línea subterránea definida por la franja de terreno corresponde con la anchura de la zanja (0,8 metros para simple circuito y 1,8m para doble circuito) por donde discurrirán los cables más una distancia de seguridad a cada lado de una achura igual a la mitad de la anchura de la zanja (½ 0,8 metros a cada lado para el simple circuito y ½ 1,8 metros a cada lado para el doble).

  Se considerará una afección permanente en las arquetas de telecomunicaciones de 1400x1925 mm para las arquetas dobles.

  La servidumbre subterránea de zanjas y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita la servidumbre de acceso, por la que deberá mantenerse libre el paso al personal y elementos necesarios para la vigilancia, mantenimiento reparación y renovación de la instalación, con pago, en su caso de los daños que pudieran ocasionarse.

  La implantación de la servidumbre subterránea de zanjas y arquetas de telecomunicaciones llevará implícita las siguientes limitaciones:

  A. Prohibición de plantar árboles o arbustos o cualquier elemento de raíces profundas, así como realizar trabajos de arada, movimientos de tierra o similares a profundidad superior a 50 cm.

  B. Prohibición de realizar cualquier tipo de obra, instalación o construcción, aun cuando tenga carácter provisional o temporal, sin autorización expresa de RED ELÉCTRICA y con las condiciones que

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

en cada caso fije el Organismo competente en materia de instalaciones eléctricas, ni efectuar acto alguno que pueda dañar o perturbar el buen funcionamiento de la línea eléctrica y sus elementos anejos, así como ocultar o dificultar la visibilidad de los registros.

- **Ocupación temporal** de los terrenos necesarios en la fase de ejecución de obra: Con carácter general la ocupación temporal se define como una franja de terreno de una anchura de 3 m a cada lado de la ocupación permanente para el caso de la línea subterránea.

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la línea eléctrica a 220 kV, Simple circuito, L/220kV Foradada – Sesué y la L/220kV Foradada – Escalona supone la afección, en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos de proyecto y en los planos parcelarios anexos a este documento.

Asimismo, se incluyen los datos de las afecciones debidas a los accesos de la línea.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Sevilla, diciembre de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324

L/AÉREA Y SUBTERRÁNEA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ
Los Organismos Oficiales se incluyen con carácter informativo.

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA Y ACCESOS

T.M. Foradada del Toscar (Tramo Aéreo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m2)	Zona de seguridad (m2)	Sup. Tubo existente (m2)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m2)	Naturaleza del Terreno
1	COMUNIDAD DE VECINOS DE FORADADA	22154A00300233	3	233	2205	0	970	0	0	47	214	0	0	Pastos, arbolado
2	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300192	3	192	1158	121	405	0	0	193	271	0	0	Labor secano, Monte bajo, arbolado
3	AYUNTAMIENTO DE FORADADA DE TOSCAR	22154A00309005	3	9005	337	0	100	0	0	0	0	0	0	Vía de comunicación de dominio público
4	ALTEMIR CAMPO MARIA DOLORES	22154A00300201	3	201	9968	0	1752	0	0	23	150	0	0	Labor secano, arbolado
5	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300202	3	202	3607	0	1110	0	0	136	323	0	0	Labor secano, arbolado
6	ALTEMIR CAMPO MARIA DOLORES	22154A00300203	3	203	496	0	0	0	0	0	0	0	0	Labor secano
7	AYUNTAMIENTO DE FORADADA DE TOSCAR	22154A00309007	3	9007	394	0	64	0	0	0	0	0	0	Vía de comunicación de dominio público
8	ALTEMIR CAMPO MARIA DOLORES	22154A00300190	3	190	4935	0	819	0	0	58	297	0	0	Labor secano, Pastos, arbolado
9	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300191	3	191	2807	0	573	0	0	466	596	0	0	Labor secano, Pastos, arbolado
10	CONFEDERACION HIDROGRAFICA EBRO MOP	22154A00309024	3	9024	289	0	50	0	0	262	262	0	0	Hidrografía natural (río, laguna…)

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m2)	Zona de seguridad (m2)	Sup. Tubo existente (m2)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m2)	Naturaleza del Terreno
11	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300149	3	149	3190	97	63	0	0	1127	1215	0	0	Labor secano, Monte bajo, arbolado
12	CASTILLON CASTILLON MARIA CARMEN	22154A00300145	3	145	7452	68	1943	0	0	1128	1278	T_124Bis_0	113	Labor secano, Monte bajo, arbolado
13	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300147	3	147	1895	0	427	0	0	0	0	0	0	Labor secano, Pastos
14	LANAU LANAU FERNANDO	22154A00300152	3	152	6285	514	1953	0	0	0	1313	T_124Bis; T_124Bis_0	732	Labor regadío, Monte bajo
15	LANAU LANAU FERNANDO	22154A00300161	3	161	115	76	52	0	0	81	81	T_124Bis	18	Monte bajo, arbolado
16	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300162	3	162	1141	478	410	T_124Bis	265	630	3278	T_124Bis	105	Labor secano, Monte bajo, arbolado
16-1	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300144	3	144	0	0	0	0	0	0	0	T_124Bis_0	1086	Labor regadío, Monte bajo, Pastos
16-2	CASTILLON CASTILLON MARIA CARMEN	22154A00300146	3	146	0	0	0	0	0	0	0	T_124Bis_0	254	Labor secano, Monte bajo
17	LANAU LANAU FERNANDO	22154A00300163	3	163	8341	961	0	0	0	976	4683	0	0	Labor secano, Monte bajo, Pastos, arbolado
18	LANAU LANAU FERNANDO	22154A00300294	3	294	428	125	0	0	0	0	185	0	0	Monte bajo
19	CONFEDERACION HIDROGRAFICA EBRO MOP	22154A00309027	3	9027	153	0	0	0	0	0	0	0	0	Hidrografía natural (río, laguna,…)
20	LANAU LANAU FERNANDO	22154A00300166	3	166	315	89	0	0	0	14	14	0	0	Labor secano, Monte bajo, Pastos, arbolado

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m2)	Zona de seguridad (m2)	Sup. Tubo existente (m2)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m2)	Naturaleza del Terreno
21	CASTILLON CASTILLON MARIA DOLORES	22154A00300165	3	165	7620	96	0	0	0	137	137	0	0	Labor secano, Monte bajo, Pastos, arbolado
22	CASTILLON PORTE MARIA CASTILLON CASTILLON MARIA CARMEN	22154A00300167	3	167	4563	206	0	T_1N; T_2N	307	2878	11778	T_1N_0; T_2N_0; T_2N_1; T_2N_2	413	Labor secano, Monte bajo, arbolado
24	PONS BARRAU MARIA ASUNCION PONS BARRAU MARIA JOSE ESTHER TOLO GASQUET MARIA NIEVES	22154A00300168	3	168	0	0	0	0	0	0	1781	0	0	Monte bajo
25	MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	22154A00309056	3	9056	1769	0	0	0	0	0	0	0	0	Vía de comunicación de dominio público
26	COMUNIDAD DE VECINOS DE FORADADA	22154A00500251	5	251	10590	2204	117	T_65BIS	184	5768	11789	T_65Bis	112	Monte bajo, arbolado
27	DIPUTACION DE HUESCA	22154A00509013	5	9013	74	0	19	0	0	0	0	0	0	Vía de comunicación de dominio público
28	COMUN DE VECINOS DE FORADADA	22154A00500252	5	252	5390	1604	1526	0	0	0	1431	0	0	Monte bajo, Pastos
29	COMUNIDAD DE VECINOS DE SENZ	22154A00500246	5	246	96	62	84	0	0	0	64	0	0	Labor secano, Monte bajo, Pastos

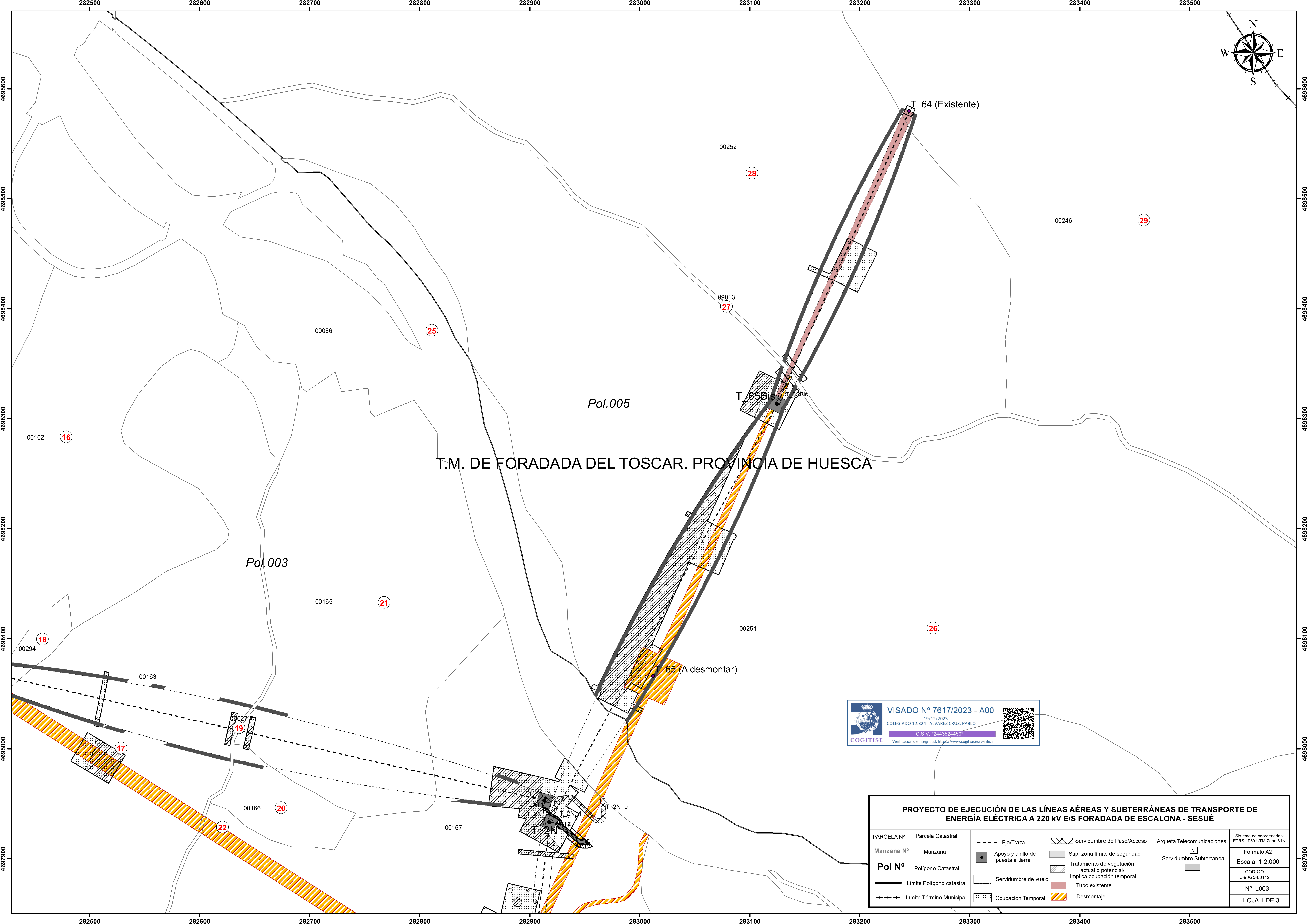
COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

T.M. Foradada del Toscar (Tramo Subterráneo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m2)	Zona de seguridad (m2)		Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m2)	Naturaleza del Terreno
22	CASTILLON PORTE MARIA CASTILLON CASTILLON MARIA CARMEN	22154A00300167	3	167	156	0		AT1; AT2; AT3	9	0	121	0	0	Labor secano, arbolado

VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS



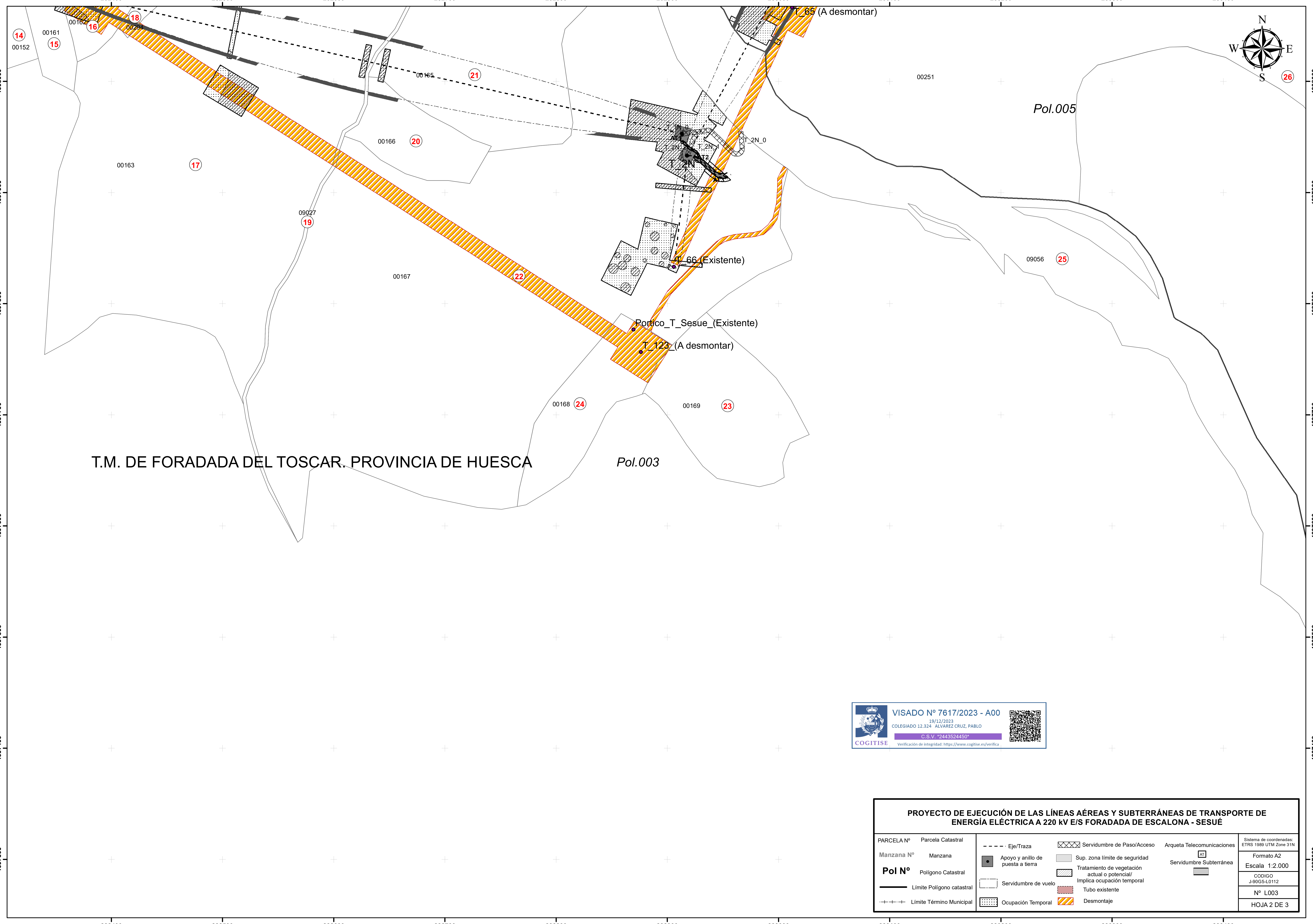
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ

PARCELA Nº — Parcela Catastral
Manzana Nº — Manzana
Pol Nº — Polígono Catastral
Límite Polígono catastral
Límite Término Municipal

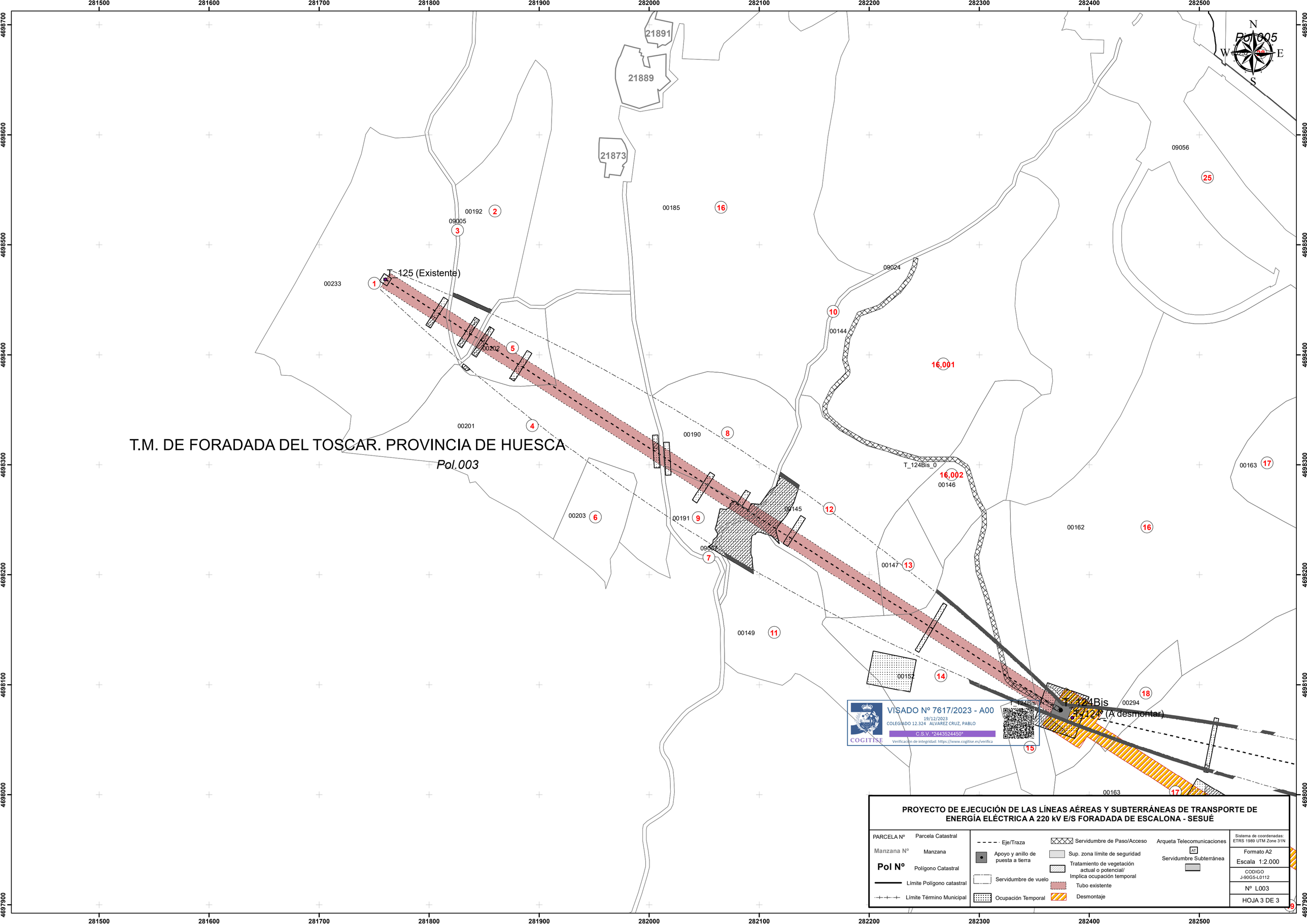
Eje/Traza
Apoyo y anillo de puesta a tierra
Servidumbre de vuelo
Ocupación Temporal
Servidumbre de Paso/Acceso
Sup. zona límite de seguridad
Tratamiento de vegetación actual o potencial/ Implica ocupación temporal
Tubo existente
Desmontaje
Arqueta Telecomunicaciones
AT
Servidumbre Subterránea

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 31N
Formato A2
Escala 1:2.000
CODIGO J-90G5-L0112
Nº L003
HOJA 1 DE 3


T.M. DE FORADADA DEL TOSCAR. PROVINCIA DE HUESCA
Pol.003
Pol.005
T_65 (A desmontar)
T_66 (Existente)
Portico_T_Sesue_(Existente)
T_123_(A desmontar)
T_2N_0
00152
00161
00162
00163
00165
00166
00167
00168
00169
00251
09027
09056
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
N
S
E
W
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
COGITISE
PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ
PARCELA Nº Parcela Catastral
Manzana Nº Manzana
Pol Nº Polígono Catastral
Límite Polígono catastral
Límite Término Municipal
Eje/Traza
Apoyo y anillo de puesta a tierra
Servidumbre de vuelo
Ocupación Temporal
Servidumbre de Paso/Acceso
Sup. zona límite de seguridad
Tratamiento de vegetación actual o potencial/ Implica ocupación temporal
Tubo existente
Desmontaje
Arqueta Telecomunicaciones
AT
Servidumbre Subterránea
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 31N
Formato A2
Escala 1:2.000
CODIGO J-90G5-L0112
Nº L003
HOJA 2 DE 3

T.M. DE FORADADA DEL TOSCAR. PROVINCIA DE HUESCA

Pol.003



VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. "2443524450"
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
COGITISE

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV E/S FORADADA DE ESCALONA - SESUÉ

PARCELA Nº Parcela Catastral

Manzana Nº Manzana

Pol Nº Polígono Catastral

Límite Polígono catastral

Límite Término Municipal

Eje/Traza

Apoyo y anillo de puesta a tierra

Servidumbre de vuelo

Ocupación Temporal

Servidumbre de Paso/Acceso

Sup. zona límite de seguridad

Tratamiento de vegetación actual o potencial/ Implica ocupación temporal

Tubo existente

Desmontaje

Arqueta Telecomunicaciones

AT

Servidumbre Subterránea

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 31N

Formato A2

Escala 1:2.000

CODIGO J-90G5-L0112

Nº L003

HOJA 3 DE 3

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 7
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 7

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL 3

2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS 3

3 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 5

4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT 02 7

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 223/2008 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Normativa interna de Red Eléctrica.

- Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según ITC-LAT 02.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS

a) Suministro de materiales

- ET001 – Suministro de apoyos y estructuras metálicas.
- ET002 – Suministro de aisladores de vidrio.
- ET003 – Suministro de conductores y cables de tierra.
- ET004 – Suministro de herrajes y accesorios de conductores.
- ET005 – Suministro de aisladores compuestos de goma de silicona.
- ET032 – Cable compuesto tierra/óptico (OPGW).
- ET104 – Suministro de dispositivos antiescalo para apoyos de líneas eléctricas.
- ET112 – Suministro de amortiguadores.
- ET113 – Suministro de separadores y separadores-amortiguadores.
- ET120 – Suministro de salvapájaros helicoidales de doble empotramiento.
- ET125 – Suministro de elementos integrantes de apoyos para líneas eléctricas.
- ET143 – Suministro de tornillos, tuercas y arandelas.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.

b) Ejecución de trabajos

- AM004 – Aplicación de la línea de seguridad en trabajos en altura.
- AM005 – Trabajos de manutención manual y mecánica.
- AM011 – Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022 – Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.

- AM024 – Seguridad en trabajos en espacios confinados.
- EA004 – Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.
- ET037 – Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente.
- ET042 – Trabajos de tala y limpieza de calles en líneas.
- ET046 – Recrecido de peanas de apoyos.
- ET048 – Mejora de resistencias de puestas a tierra en apoyos de líneas eléctricas.
- ET073 – Medida de la resistencia de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas.
- ET075 – Sustitución de elementos de cadenas de conductor y cable de tierra.
- ET076 – Instalación de anillos de puesta a tierra en apoyos existentes de líneas eléctricas.
- ET098 – Supervisión de trabajos de tala y limpieza de calles en líneas eléctricas aéreas.
- ET099 – Inspección de instalaciones de puesta a tierra, de apoyos de líneas eléctricas.
- ET108 – Ejecución de los trabajos de topografía de líneas eléctricas aéreas.
- ET109 – Ejecución del sistema de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas.
- ET110 – Armado e izado de estructuras de apoyo de líneas eléctricas.
- ET111 – Tendido y sustitución de conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas y sus trabajos asociados.
- ET123 – Obra civil de apoyos de líneas eléctricas aéreas.
- ET237 – Equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- IA001 – Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009 – Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018 – Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003 – Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.
- IM001 – Medidas de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión para trabajos en tensión.
- IM002 – Medidas de seguridad en instalaciones de alta tensión para trabajos sin tensión.
- IM016 – Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM017 – Seguridad en los trabajos de cimentaciones de apoyos de líneas.
- IM018 – Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos de líneas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- IM021 – Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de alta tensión.
- IM030 – Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.
- IM031 – Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IM043 – Seguridad en los trabajos en conductores y cables de tierra de líneas de alta tensión.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.
- IT139 – Instalación de cables de fibra óptica.
- IT347 – Estudio del trazado de una línea eléctrica de alta tensión.
- IT388 – Puesta en servicio y transferencia de instalaciones.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

a) Suministro de materiales

- ET025 – Pararrayos de alta tensión.
- ET044 – Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones.
- ET068 – Hitos de señalización de cables subterráneos en entornos rurales o periurbanos.
- ET129 – Suministro de cables aislados 127/220 kV.
- ET140 – Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas.
- ET141 – Cinta de para señalización subterránea de las líneas subterráneas.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.
- ET152 – Suministro de terminales exteriores para cables aislados de 127/220 kV.
- ET183 – Suministro de terminales GIS para cables aislados 127/220 kV de aislamiento extruido
- ET202 – Arquetas de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET203 – Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas

b) Ejecución de trabajos

- AM004 – Aplicación de la línea de seguridad en trabajos en altura.
- AM005 – Trabajos de manutención manual y mecánica.

- AM011 – Equipos y maquinarias. normas de seguridad.
- AM022 – Organización de la seguridad en trabajos de corta duración.
- AM024 – Seguridad en trabajos en espacios confinados.
- EA004 – Especificaciones ambientales para trabajos en subestaciones, líneas y edificios.
- ET154 – Tendido de cables y montaje de accesorios en líneas eléctricas subterráneas.
- ET157 – Obra civil de líneas eléctricas subterráneas en banco de tubos.
- ET160 – Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas.
- ET224 – Ejecución de los trabajos de topografía y georadar de líneas eléctricas subterráneas.
- ET237 – Equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- ET238 – Servicio de supervisión de tendido, instalación de accesorios y medidas finales de cables de F.O.
- ET239 – Especificaciones para la prevención y extinción de incendios forestales
- IA001 – Normas de actuación ante accidentes con consecuencias medioambientales y medidas para su prevención.
- IA009 – Gestión de máquinas y equipos con aceite.
- IA018 – Gestión de los residuos generados en las instalaciones.
- IC003 – Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.
- IM001 – Medidas de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión para trabajos en tensión.
- IM002 – Medidas de seguridad en instalaciones de alta tensión para trabajos sin tensión.
- IM016 – Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM030 – Seguridad en los trabajos realizados en subestaciones en servicio.
- IM031 – Accesos y permanencia de personas, vehículos y mercancías en instalaciones de Red Eléctrica de España.
- IT139 – Instalación de cables de fibra óptica.
- IT347 – Estudio del trazado de una línea eléctrica de alta tensión.
- IT388 – Puesta en servicio y transferencia de instalaciones.
- TM001 – Organización de la seguridad de los trabajos en las instalaciones eléctricas.
- Ref: REE/NORM/2012/07 – Guía de afecciones y señalización en los proyectos de ejecución de líneas subterráneas.
- Ref: TI.L/14/006/DPIL – Impermeabilización de las líneas subterráneas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- Ref: TI.L/15/004/DPIL – Carteles de identificación de equipos de líneas subterráneas.

4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO SEGÚN ITC-LAT 02

De acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT 02 y conforme a la Resolución de 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, el presente proyecto cumple con la siguiente normativa en su última edición:

Norma	Título
Generales	
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
UNE-EN 60060-1	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo
UNE-EN 60060-2	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ
UNE-EN IEC 60071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas
UNE-EN IEC 60071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación
UNE-EN 60270	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60865-1	Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes
UNE-EN 60909-3	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y

COGITISE
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*

Norma	Título
	separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.
Cables	
UNE 21144-1-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
UNE 21144-3-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-3	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Norma	Título
UNE 211067-1	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170 kV) hasta 400 kV (Um=420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE-EN 60228	Conductores de cables aislados.
UNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)
UNE 211006	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
Conductores	
UNE-EN 50182	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50183	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.
UNE-EN 50189	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN IEC 60794-4:	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia.
UNE-EN 61232	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 50540	Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (ACSS).
Accesorios para cables	
UNE 21021	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61854	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo «Stockbridge».
Apoyos y herrajes	
UNE-EN ISO 10684	Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Norma	Título
	en caliente
UNE 207009	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207017	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 60652	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo
Especificación UNE 0059	Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.
Aisladores	
UNE 21009	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE-EN 61109	Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467	Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.
UNE-EN 60305	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
UNE-EN 60372	Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
UNE-EN 60383-1	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Norma	Título
	corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-2	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61211	Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
UNE-EN 61325	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466–1	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados
UNE-EN 61466–2	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 62217	Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
Pararrayos	
UNE 21087-3	Pararrayos. Parte 3: Ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
UNE-EN 60099-4	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-5	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
19/12/2023
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

Sevilla, diciembre de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324

red eléctrica

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS-SUBTERRÁNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV

E/S SE FORADADA DE ESCALONA – SESUÉ

DOCUMENTO 8
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

DOCUMENTO Nº 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1 ANTECEDENTES 3

1.1 OBJETO 3

1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS 3

2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR 4

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS 5

3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN 5

3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN 7

4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA. 8

4.1 SEGREGACIÓN 8

4.2 ALMACENAMIENTO 9

5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS 10

5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS 10

5.2 RESIDUOS PELIGROSOS 11

6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN 12

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1 ANTECEDENTES

1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- ✓ Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones (Zanja en el caso de líneas subterráneas)
- ✓ Acopio de material necesario en las campas, armado e izado de los apoyos.
- ✓ Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- ✓ Tendido de conductores y cables de tierra
- ✓ Limpieza y restauración de las zonas de obra.
- ✓ Desmontaje de conductores y elementos auxiliares (herrajes, balizas, salvapájaros etc.)
- ✓ Desmontaje de apoyos.
- ✓ Picado de cimentaciones y retirada de puesta a tierra.

2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (Lista Europea de Residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
Residuos WC químicos	200304
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*
Aceites usados	13020*

Nota: La gestión de los equipos derivados del desmantelamiento de equipos pertenecientes a REE será llevada a cabo directamente por REE

Se generan residuos derivados de los desmantelamientos y de la construcción juntando las dos tablas de línea aérea y desmantelamiento

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *244352445O*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
  - ✓ Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
  - ✓ Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición de tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
  - ✓ Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.

- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
  - ✓ Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - ✓ No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - ✓ Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
  - ✓ Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

– Residuos metálicos:

✓ Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.

– Aceites y grasas:

✓ Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.

✓ Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).

– Tierras contaminadas:

✓ Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:

- Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desencofrante, aceites, etc.).
- Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

– Residuos vegetales:

✓ Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.

✓ Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.

✓ En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN

- Llevar a cabo un estudio y definir e identificar qué elementos son susceptibles de ser reutilizados.
- Llevar a cabo el desmontaje /demolición de forma gradual y selectiva.
- Desmontaje de los elementos reutilizables/reciclables en primer lugar, siempre que no tengan función de soporte.
- Desmontaje o derribo con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para facilitar un posterior reciclaje.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

4.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 553/2020 , de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado y Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra).
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero…) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.
- Se evitarán los almacenamientos de chatarra que puedan dañar el entorno de la zona de obra.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.

- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones. **(La chatarra resultante del desmantelamiento de instalaciones será gestionada por el contratista según se indique en las condiciones generales de contratación).**

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifirma

5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Los residuos peligrosos asociados a equipos desmantelados propiedad de REE, serán gestionados directamente por REE.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor

autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

COGITISE
VISADO Nº 7617/2023 - A00
19/12/2023
COLEGIADO 12.324 ALVAREZ CRUZ, PABLO
C.S.V. *2443524450*
Verificación de integridad: https://www.cogitise.es/verifica

6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	358,58	m^3	968,17
Restos de hormigón	170101	0,84	m^3	6,21
Escombros	170107	4,32	m^3	33,26
Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	170301/170302/17030	0,00	m^3	0,00
Papel y cartón	200101	1,97	kg	0,03
Maderas	170201	20,24	kg	0,51
Plásticos (envases y embalajes)	170203	98,33	kg	5,41
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	95,80	kg	0,57
Restos asimilables a urbanos	200301	84,22	kg	0,13
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	126,34	kg	0,19
Trapos impregnados	150202*	0,05	kg	0,06
Tierras contaminadas	170503*	0,02	m^3	2,85
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	1,53	kg	1,84
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	2099,16	kg	27,29
Residuos WC químicos	200304	141,00	día	610,53
Total			€	**1.657,05**

Sevilla, diciembre de 2023

El ingeniero técnico industrial

Pablo Álvarez Cruz
Colegiado COGITISE nº12324